Aus Natur und Geisteswelt

156

O. Zacharias

Das Süßwasser-Plankton

Zweite Auflage

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

B. G. Teubner · Leipzig · Berlin

Die Sammlung
„Aus Natur und Geisteswelt"

nunmehr über 800 Bändchen umfassend, bietet wirkliche „Einführungen" in die Hauptwissensgebiete für den Unterricht oder Selbstunterricht des Laien nach den heutigen methodischen Anforderungen, seit ihrem Entstehen (1898) den Gedanken dienend, auf denen die heute so mächtig entwickelte Volkshochschulbewegung beruht. Sie will jedem geistig Mündigen die Möglichkeit schaffen, sich ohne besondere Vorkenntnisse an sicherster Quelle, wie sie die Darstellung durch berufene Vertreter der Wissenschaft bietet, über jedes Gebiet der Wissenschaft, Kunst und Technik zu unterrichten. Sie will ihn dabei zugleich unmittelbar im Beruf fördern, den Gesichtskreis erweiternd, die Einsicht in die Bedingungen der Berufsarbeit vertiefend. Diesem Bedürfnis können Skizzen im Charakter von „Auszügen" aus großen Lehrbüchern nie entsprechen, denn solche setzen eine Vertrautheit mit dem Stoffe schon voraus.

Die Sammlung bietet aber auch dem Fachmann eine rasche zuverlässige Übersicht über die sich heute von Tag zu Tag weitenden Gebiete des geistigen Lebens in weitestem Umfang und vermag so vor allem auch dem immer stärker werdenden Bedürfnis des Forschers zu dienen, sich auf den Nachbargebieten auf dem laufenden zu erhalten.

In den Dienst dieser Aufgabe haben sich darum auch in dankenswerter Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, gern die Gelegenheit benutzend, sich an weiteste Kreise zu wenden.

So konnte der Sammlung auch der Erfolg nicht fehlen. Mehr als die Hälfte der Bändchen liegen, bei jeder Auflage durchaus neu bearbeitet, bereits in 2. bis 8. Auflage vor, insgesamt hat die Sammlung bis jetzt eine Verbreitung von fast 5 Millionen Exemplaren gefunden.

Alles in allem sind die schmucken, gehaltvollen Bände besonders geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden.

Wenn eine Verteuerung der Sammlung infolge der außerordentlichen Steigerung der Herstellungskosten – sind doch die Löhne bis August 1922 auf etwa das Zweiundvierzigfache, die Materialien auf das Einhundertundfünfzig- bis Zweihundertfache (teilweise noch weit darüber) gestiegen – auch unvermeidbar gewesen ist, wie bei anderen „billigen" Büchern, z. B. den Reclamheften, so ist der Preis doch entfernt nicht in dem gleichen Verhältnis gestiegen, und auch jetzt ist ein Bändchen „Aus Natur und Geisteswelt" wohlfeil, im Gegensatz zu den meisten Gebrauchsgegenständen.

Jedes der meist reich illustrierten Bändchen
ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

Leipzig, im August 1922. **B. G. Teubner**

Ein vollständiges, nach Wissensgebieten geordnetes Verzeichnis versendet auf Wunsch der Verlag, Leipzig, Poststr. 3/5

Zur Biologie, Botanik und Zoologie

sind bisher erschienen:

Einführung in die Biologie.

Allgemeine Biologie. Einführung in die Hauptprobleme der organischen Natur. Von Prof. Dr. H. Miehe. 3. verb. Aufl. Mit 44 Abbildungen im Text. (Bd. 130.)

Experimentelle Biologie. Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. Von Dr. C. Thesing. Mit 1 Tafel und 69 Textabbildungen. (Bd. 337.)

Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. 2. Aufl. 2 Bände. I. Bd.: Die Beziehungen der Tiere zueinander. Mit 64 Abbildungen. (Bd. 426.) II. Bd.: Die Beziehungen der Pflanzen zueinander und zu den Tieren. Mit 68 Abbildungen. (Bd. 427.)

Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abbildungen. (Bd. 139.)

Die Schädlinge im Tier- und Pflanzenreich und ihre Bekämpfung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Eckstein. 3. Aufl. Mit 36 Figuren im Text. (Bd. 18.)

Die Welt der Organismen. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Oberstudienrat Prof. Dr. K. Lampert. Mit 52 Abbildungen. (Bd. 236.)

Einführung in die Biochemie in elementarer Darstellung. Von Prof. Dr. W. Löb. 2., durchges. u. verm. Aufl. von Prof. Dr. H. Friedenthal. Mit 12 Fig. im Text. (Bd. 352.)

Abstammungs- und Vererbungslehre, vergl. Anatomie.

Die Entwicklungsgeschichte des Menschen. Von Dr. A. Heilborn. 2. Auflage. Mit 61 Abbildungen. (Bd. 388.)

Experimentelle Abstammungs- u. Vererbungslehre. Von Prof. Dr. E. Lehmann. 2. Aufl. Mit 27 Abb. (Bd. 379.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 6. Aufl. Mit 41 Textabbildungen. (Bd. 39.)

Die Tiere der Vorwelt. Von Prof. Dr. O. Abel. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)

Die Stammesgeschichte unserer Haustiere. Von Prof. Dr. C. Keller. 2. Aufl. Mit 29 Figuren. (Bd. 252.)

Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Fortpflanzung.

Befruchtung und Vererbung. Von Dr. E. Teichmann. 3. Aufl. Mit 13 Abbild. im Text. (Bd. 70.)

Fortpflanzung und Geschlechtsunterschiede des Menschen. Eine Einführung in die Sexualbiologie. Von Prof. Dr. H. Boruttau. 2., verb. Aufl. Mit 39 Abbildungen im Text. (Bd. 540.)

Die Fortpflanzung der Tiere. Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt. (Dimorphismus.) Von Dr. F. Knauer. Mit 37 Figuren. (Bd. 148.)

Mikroorganismen.

Die Bakterien im Haushalt der Natur und des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 242.)

Die krankheiterregenden Bakterien. Grundtatsachen der Entstehung, Heilung und Verhütung der bakteriellen Infektionskrankheiten des Menschen. Von Prof. Dr. M. Löhlein. 2. Aufl. Mit 33 Abbildungen. (Bd. 307.)

Mikroorganismen.

Die Urtiere. Eine Einführung in die Wissenschaft vom Leben. Von Professor Dr. R. Goldschmidt. 2. Aufl. Mit 44 Abb. (Bd. 160.)

Das Süßwasser-Plankton. Von Prof. Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. M. 57 Abb. (Bd. 156.)

Das Meer, seine Erforschung und sein Leben. Von Prof. Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 40 Figuren. (Bd. 30.)

Einführung in die Mikrotechnik. Von Prof. Dr. V. Franz und Studienrat Dr. H. Schneider. Mit 12 Abbildungen. (Bd. 765.)

Das Mikroskop. Seine wissenschaftlichen Grundlagen und seine Anwendung. Von Dr. A. Ehringhaus. Mit 76 Abbildungen. (Bd. 678.)

Botanik, insbesondere angewandte Botanik.

Pflanzenphysiologie. Von Prof. Dir. Dr. H. Molisch. 2. Aufl. Mit 63 Fig. (Bd. 569.)

Botanik des praktischen Lebens. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. P. Gisevius. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 173.)

Die Pilze. Von Dr. A. Eichinger. Mit 64 Abb. (Bd. 334.)

Pilze und Flechten. Von Dr. W. Nienburg. Mit 88 Abb. im Text. (Bd. 675.)

*Einkeimblättrige Blütenpflanzen. Von Privatdoz. Dr. K. Sueßenguth. (Bd. 676.)

Die fleischfressenden Pflanzen. Von Prof. Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)

*Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer. Von Prof. Dr. U. Dammer. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 359.)

Unsere Blumen und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)

Der deutsche Wald. Von Prof. Dr. H. Hausrath. 2. Aufl. Mit 1 Bilderanhang und 2 Karten. (Bd. 153.)

Der Kleingarten. Von Joh. Schneider, Fachlehrer für Gartenbau und Kleintierzucht. 2., verbesserte u. vermehrte Auflage. Mit 80 Abb. (Bd. 498.)

Werdegang und Züchtungsgrundlagen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Von Prof. Dr. A. Zade. Mit 30 Abbildungen. (Bd. 766.)

Weinbau u. Weinbereitung. Von Dr. F. Schmitthenner. Mit 34 Abb. (Bd. 332.)

Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

Der Tabak. Anbau, Handel und Verarbeitung. 2., verbesserte und ergänzte Auflage. Von Jac. Wolf. Mit 17 Abb. im Text. (Bd. 416.)

Botan. Wörterbuch. Von Dr. O. Gerke. (Teubners kl. Fachwörterbücher Bd. 1.) Geb. M. 5.40 (Hierzu zur Zeit 1100% Zuschlag.)

Zoologie, insbesondere angewandte Zoologie.

Tierzüchtung. Von Dr. G. Wilsdorf. 2. Aufl. Mit 23 Abbild. auf 12 Tafeln und 2 Figuren im Text. (Bd. 369.)

Die Kleintierzucht. Von Joh. Schneider, Fachlehrer für Gartenbau und Kleintierzucht. 2. verb. Aufl. Mit 60 Abbildungen im Text und auf 6 Tafeln. (Bd. 604.)

Einführung in die Tierpsychologie. Von Prof. Dr. K. Lutz. Mit Abb. (Bd. 826.)

Deutsches Vogelleben, zugleich als Exkursionsbuch für Vogelfreunde. Von Prof. Dr. A. Voigt. 2. Aufl. (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Bienen und Bienenzucht. Von Prof. Dr. E. Zander. Mit 41 Abb. (Bd. 705.)

Das Aquarium. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Figuren. (Bd. 335.)

Korallen und andere gesteinbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. Mah. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)

Zoologisches Wörterbuch. Von Dr. Th. Knottnerus-Meyer. (Teubners kleine Fachwörterbücher Bd. 2.) Geb. M. 5.40. (Hierzu zur Zeit 1100% Zuschlag.)

Die mit * bezeichneten und weitere Bände befinden sich in Vorbereitung

Blick in das Innere des Pavillons zur Zeit der biologischen Ferienkurse. (Vgl. S. 118—119.)

Biol.
2.

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
156. Bändchen

Das Süßwasser-Plankton

Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebecken

Von

Prof. Dr. Otto Zacharias

Direktor der Biologischen Station zu Plön (Holstein)

Zweite Auflage

Mit 57 Abbildungen im Text
und einem Titelbild

183470.
29.8.23.

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1911

Germany

Inhalt.

	Seite
I. Begriff und Gegenstand der Hydrobiologie . . .	1
II. Historischer Rückblick . .	4
III. Vom Plankton im allgemeinen und wie man es fängt, bzw. konserviert .	7
IV. Die planktonischen Krustazeen	14
V. Über das Verhalten der Planktonkrebse zum Lichte	27
VI. Faunistisch-tiergeographische Ermittelungen bezüglich der lakustrischen Krebsfauna	31
VII. Die Rädertiere (Rotatorien) des Plankton . .	35
VIII. Passive Wanderung der Krebse und Rädertiere .	44
IX. Entstehung neuer Arten und Varietäten durch Isolierung	50
X. Die Geißelträger (Flagellaten) des Plankton .	54
XI. Planktonische Wurzelfüßer und Infusorien .	62
XII. Die planktonischen Pflanzenreformen . .	67
XIII. Die Periodizität der Planktonwesen . . .	78
XIV. Tiere und Pflanzen des Planktons in ihrer gegenseitig. Beziehung	92
XV. Einige Bemerkungen über das Plankton flacher Tümpel und Teiche (Heleoplankton)	99
XVI. Das Plankton der Flüsse (Potamoplankton) . .	102
XVII. Das Verhältnis der Hydrobiologie zum Fischereiwesen	105
XVIII. Das Plankton als Gegenstand eines zeitgemäßen biologischen Schulunterrichts . . .	110
XIX. Die biologische Station zu Plön	114
XX. Ozeanisches Plankton.	119
Literatur	130

Copyright 1911 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten

Vorwort.

Als Verfasser des vorliegenden Bändchens habe ich mir die Aufgabe gestellt, einen größeren Leserkreis mit dem Süßwasserplankton bekannt zu machen, d. h. mit jener bunt zusammengesetzten Gesellschaft von pflanzlichen und tierischen Lebewesen, die je nach der Jahreszeit in mehr oder minder reichlicher Anzahl alle unsere stehenden (und langsam fließenden) Gewässer bevölkern. Eben diese Wesen sind sämtlich — mit nur ganz wenigen Ausnahmen — von winzigen Dimensionen und besitzen zum Unterschiede von dem Kleinzeug der mit ihnen dasselbe Wohnelement teilenden Ufer- und Bodenbewohner, welche vielfach verwandten Gattungen angehören, durchweg die besondere Eigentümlichkeit, daß sie, ohne jemals eines Stütz- oder Ruhepunktes zu bedürfen, vollkommen frei im Wasser zu schweben vermögen. Alle diese Organismen (pflanzliche sowohl wie tierische) charakterisieren sich hiernach als vorwiegend passiv (d. h. willenlos) im Wasser treibende und dem Spiel von Wind und Wogen preisgegebene Kreaturen. Durch das aus dem Griechischen entlehnte Wort „Plankton", welches der Kieler Physiolog V. Hensen zur Bezeichnung der Gesamtheit dieser Schwebwesen seinerzeit geprägt hat, wird das, worin der Unterschied zwischen letzteren und den schwerfälligeren Bewohnern der Uferzone, bzw. der Tiefenregion, besteht, klar ausgedrückt.

Zur vorläufigen Betrachtung einer Planktonprobe und um die größeren Arten von Organismen darin zu erkennen, reicht schon eine gewöhnliche Lupe hin. Zum wissenschaftlichen Studium dieses anziehenden Naturgegenstandes ist dagegen unbedingt das Mikroskop erforderlich, wenn auch stärkere Linsensysteme, welche die zartesten Strukturen deutlich wahrnehmen lassen, für den Anfang entbehrlich sind.

Von Prof. Rud. Virchow[1]) rührt der treffende Vergleich der für das unbewaffnete Auge kaum sichtbaren Scharen von Plankton-

1) Vgl. dessen Rede im Preuß. Landtage vom 4. Febr. 1895 über die Notwendigkeit einer biologischen Erforschung unserer einheimischen Gewässer.

Organismen mit den Nebelflecken her, deren schwachen Schimmer wir da und dort am nächtlichen Firmament gewahren. Ganz ebenso wie diese kosmischen Gebilde sich erst bei Anwendung starker Fernrohre in Haufen kleiner und kleinster Sternchen auflösen lassen, so gelingt eine genaue Bestimmung der verschiedenen Planktonwesen, welche oft massenhaft wie ein lebender Staub unsere Gewässer durchsetzen und hierdurch eine Trübung derselben verursachen, gleichfalls nur mit optischen Hilfsmitteln, welche die natürliche Sehkraft unseres Auges hochgradig potenzieren. Mit Staunen sehen wir dann, welche Fülle von eigenartigen Tieren und Pflanzen schon im engsten Raume beisammen sein kann und darin sich zu erhalten vermag! Das Gesichtsfeld des Mikroskops enthüllt uns da eine ganz neue, vorher nicht geahnte Welt, die aber ebenso voller Wunder und Probleme ist wie die andere große, die uns unmittelbar umgibt und womit jene durch mannigfaltige Beziehungen nachweisbar aufs innigste verbunden ist. Voll von dem überwältigenden Eindruck, den uns eine gründliche Umschau in der Sphäre kleinsten und niedersten Lebens erweckt, erinnern wir uns des alten, aber ewig wahren Ausspruchs: Natura et in minimis maxima.

Vorliegendes Bändchen der Serie „Aus Natur und Geisteswelt" erscheint nach Ablauf eines dreijährigen Zeitraums in zweiter vervollständigter Auflage. Dies dürfte als ein Symptom dafür anzusehen sein, daß das Interesse an dem Gegenstande, welchen es behandelt, im Zunehmen begriffen ist, und daß immer weitere Kreise für eine nähere Bekanntschaft mit der Wissenschaft vom Plankton gewonnen werden.

Plön, Biologische Station, 1911.

Prof. Dr. Otto Zacharias.

I. Begriff und Gegenstand der Hydrobiologie.

Im Verlaufe von reichlich zwei Jahrzehnten ist ein Forschungszweig allmählich zur Blüte gediehen, der sich mit dem Leben in unseren Gewässern beschäftigt, insofern dieses eine reiche Fülle von merkwürdigen Tier- und Pflanzenwesen umfaßt. Eine lange Zeit hindurch hatte man diesen naheliegenden Gegenstand der Beobachtung und des Studiums ziemlich unbeachtet gelassen, weil es so schien, als sei es gar nicht erst der Mühe wert, ebensoviel Fleiß und ein gleiches Maß von intellektueller Anstrengung auf die nähere Erforschung der Organismenwelt unserer einheimischen Wasserlachen und Binnenseen zu verwenden, wie man seit langem schon dem imponierenden Meere und seinem staunenswerten Lebensreichtume zu widmen gewohnt war. Es bestätigte sich hierbei die alte Erfahrung, daß über das Fernerliegende, aber in die Augen Springende, das bescheidener sich Gebende und in der Nähe Befindliche leicht der Vernachlässigung anheimfällt. Glänzende Forschungsexpeditionen hatten uns mit den lebendigen Schätzen der Salzflut bekannt gemacht; in den Laboratorien der Zoologen und Botaniker schwelgte man in der Bewunderung der aufgefischten Objekte, welche auch wirklich das volle Interesse ganzer Generationen von Naturforschern in Anspruch zu nehmen geeignet waren. Nichts ist unter derartigen Umständen begreiflicher, als daß außer den Aquariumsliebhabern und vielleicht Leuten, die aus der Schule des trefflichen Roßmäßler hervorgegangen waren, eigentlich niemand daran dachte, sich eingehender mit dem Süßwasser zu befassen, um zu erkunden, was dieses wohl bei gründlicherer Durchforschung zutage fördern würde. Das Hauptinteresse der wenigen Wissenschaftler, welche etwa die heimischen Teiche und Seebecken zu ihrer Studien-Domäne machten, konzentrierte sich vornehmlich auf die Fische und die größeren Vertreter der Insektenwelt, so daß gelegentlich einige neue Wasserkäfer, Köcherfliegen, Mücken und Libellen zur Auffindung gelangten. Von derartigen Ergebnissen nahm aber außerhalb des Kreises der Fachgenossen kaum jemand weiter Notiz. Algenforscher mochten dann und wann wohl eine größere Anzahl neuer Formen in der mikroskopischen Wasserflora entdecken, aber es kam weder zu weiteren

Ausblicken noch zur Aufstellung umfassenderer Gesetzmäßigkeiten, durch welche die gesammelten Gelegenheitsfunde ein allgemeines und wissenschaftliches Interesse gewonnen hätten.

Da machten in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts skandinavische Naturforscher die wichtige Wahrnehmung, daß es in den großen Landseen Schwedens und Norwegens eine hauptsächlich aus freischwebenden Krebstieren bestehende Tierwelt gebe, deren Vertreter, obgleich nur von geringer Größe, so massenhaft vorhanden waren, daß ihre Menge in einem großen Wasserbecken nach vielen Hunderten von Zentnern geschätzt werden mußte. Alsbald richtete sich die Aufmerksamkeit der Zoologen auch in den übrigen Ländern Europas auf diese merkwürdige Kleinfauna, und siehe da, dieselbe fand sich nicht bloß in den nahegelegenen dänischen, sondern auch in den viel weiter entfernten Seen der Schweiz vor. Mit dieser Tatsache machte uns (1867 und 1868) zu allererst der Kopenhagener Tierkundige P. E. Müller bekannt, und er war es auch, der damit die Anregung zu einer fortgesetzten und gründlichen biologischen Untersuchung unserer Binnengewässer überhaupt gab. Von da an erwarben sich wissenschaftliche Arbeiten dieser Art immer mehr Freunde unter den Fachgelehrten, und man erzielte eine ganze Reihe bemerkenswerter Ergebnisse, die zur Folge hatten, daß schließlich auch die allgemeine Aufmerksamkeit der berufsmäßigen Forscher auf die Bewohnerschaft der einheimischen Binnenseen hingelenkt wurde. Aber es verging doch noch manches Jahrzehnt, ehe man einen klaren und einigermaßen erschöpfenden Begriff von der gesamten in unseren vaterländischen Gewässern enthaltenen Organismenwelt erlangte. Denn diese besteht, wie sich im Fortgange der Untersuchungen herausgestellt hat, nicht nur aus winzigen Krustazeen, sondern auch aus zahlreichen Arten von Rädertieren, Wassermilben und Infusorien, die mit der Fähigkeit zum freien Schweben im Wasser begabt sind. Wegen dieser Eigenschaft, die aber keineswegs allen Wasserbewohnern zukommt, bezeichnet man jene im übrigen bunt zusammengewürfelte Gesellschaft als das „Geschwebe", womit sich — dem Sinne nach — das griechische Wort „Plankton" ungefähr deckt. Genauer übersetzt würde letzteres freilich mehr das Dahintreibende, im Wasser Flottierende bedeuten: im Gegensatz zu dem, was aus eigener Kraft und aktiv schwimmend den Ort wechselt. Außer der Schwebfauna gibt es aber noch viele andere tierische Wesen in unseren Teichbecken, namentlich auch solche, die sich in der seichten

Uferzone aufhalten, wo vielfach ein üppiger Pflanzenwuchs zu finden ist, welcher vielen kleinen und auch größeren Organismen zum Versteck oder zum Schutz vor der vom Winde erregten Wasserbewegung dient. Hier leben die Käfer und ihre Larven, die Entwicklungsstadien zahlreicher Zweiflügler (Diptera), Wasserjungfern (Libellulidae), Hafte (Ephemeridae) und Köcherfliegen (Phryganidae), sowie die Sippe der Wasserwanzen, die schlammbewohnenden Würmer, die Muscheln, Schnecken, Moostiere, Schwämme und Süßwasserpolypen. Daneben gibt es aber auch noch eine Menge kleiner Krustazeen von gedrungenem Bau, größere Infusorien und festsitzende Rädertiere, denen sämtlich das Vermögen abgeht, sich fern vom Ufer freischwebend im Wasser zu halten.

In den tiefgründigen Seebecken tritt hierzu noch eine dritte Welt lakustrischen Lebens, die sogenannte Grund- oder Tiefenfauna, welche den Teichen und Tümpeln gänzlich fehlt. Sie besteht aus Abkömmlingen der Uferbewohnerschaft und rekrutiert sich aus Würmern, Moostieren und Insektenlarven. Dazu kommen noch einige Muscheln und Schnecken.

Hinsichtlich einer genaueren Definition des Planktons wäre noch zu erwähnen, daß die frei im Wasser schwebende Organismenwelt, von der oben die Rede war, durchaus nicht bloß aus tierischen Wesen, sondern auch aus zahlreichen Arten von mikroskopischen Pflanzenwesen besteht, insbesondere aus niederen kryptogamischen Gewächsen, die man in ihrer Gesamtheit als *Algen* bezeichnet. Davon wird später noch ausführlich zu handeln sein.

Man bezeichnet neuerdings die Wissenschaft, welche sich speziell mit dem Tier- und Pflanzenleben unserer Binnengewässer befaßt, als lakustrische Hydrobiologie, oder kurzweg als *Süßwasserbiologie*. Zu ihrem berufsmäßigen Betriebe sind umfassende zoologische und botanische (d. h. algologische) Kenntnisse erforderlich. Es ist jedoch wohl möglich, auch dem Laien einen weitreichenden Einblick in das Gebiet dieses modernen Zweiges der Naturforschung zu verschaffen, wenn er den nachfolgenden Darlegungen ein ernstes Interesse entgegenbringt und die Mühe nicht scheut, sich über mehreres, was in dem engen Rahmen dieses Bändchens nicht mit voller Ausführlichkeit dargelegt werden kann, durch die Lektüre größerer Werke zu unterrichten. Am Schlusse vorliegender Schrift teile ich ein Verzeichnis derjenigen Bücher und Abhandlungen mit, welche von solchen, die sich näher mit den Ergebnissen der Süßwasserbiologie vertraut machen wollen, in erster Linie zu benutzen wären.

II. Historischer Rückblick.

Es wurde im obigen schon angeführt, daß dem dänischen Zoologen P. E. Müller das Verdienst zukommt, den ersten Anstoß zur Berücksichtigung der binnenländischen Seefauna gegeben zu haben. Dem ist aber hier noch nachzutragen, daß es in Deutschland bald darnach die Universitätsprofessoren Fr. v. Leydig und A. Weismann waren, welche in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts sich ihrerseits am Bodensee in der gleichen Richtung forschend bemühten. Koryphäen der deutschen Wissenschaft haben sich also ebenfalls zu jener weit zurückliegenden Zeit als Klarsteller des feineren Baues und der Fortpflanzungsverhältnisse einer größeren Anzahl von niederen Krebstieren, welche das Süßwasser bevölkern, erfolgreich betätigt. Als der eigentlichen Begründer einer wissenschaftlichen Seenkunde ist jedoch der schweizerische Naturforscher Prof. F. A. Forel (geb. 1841) zu betrachten, insofern dieser seine wissenschaftlichen Arbeiten von sehr großen Gesichtspunkten aus begann und durchführte. Das Werk, in welchem Forel die Ergebnisse seiner in den Jahren 1873 bis 1886 angestellten Untersuchungen niedergelegt hat, betitelt sich: „Materialien zum Studium der Tiefenfauna des Genfer Sees" (Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Lac Léman). Außerdem hat derselbe Gelehrte seine zahlreichen Beobachtungen, welche die hydrographischen physikalischen, zoologischen und botanischen Eigentümlichkeiten jenes großen Sees betreffen, in vielen kleineren Schriften veröffentlicht. Nach ihm haben sich zwei jüngere schweizerische Forscher Dr. G. Asper und Dr. Othmar Imhof, mit der Zoologie der Alpenseen befaßt und die darin obwaltenden Verhältnisse von biologischen Gesichtspunkten aus studiert. Namentlich betrieb der letztgenannte seine Forschungen in sehr extensiver Weise, insofern er nicht nur Hunderte von Hochseen seines Vaterlandes bezüglich ihrer tierischen Bewohnerschaft untersuchte, sondern auch Ausflüge an die Seebecken Lothringens, Oberösterreichs, Oberbayerns und der Lombardei unternahm, um die darin vorhandene Organismenwelt festzustellen.

In Italien ist es hauptsächlich der Zoolog Pietro Pavesi, Professor an der Universität Pavia, gewesen, welcher durch eine Anzahl von Seenuntersuchungen die Kenntnis der lakustrischen Tierwelt seines Vaterlandes gefördert hat, und neuerdings war es seine begabte Schülerin Rina Monti, welche im Sinne ihres

berühmten Lehrers die süßwasserbiologischen Untersuchungen auf italienischem Gebiet fortsetzte.

Was Deutschland anbetrifft, so darf ich mich selbst zu denjenigen zählen, welche sich berufsmäßig und während vieler Jahre mit biologischen Studien an Teichen und Seebecken beschäftigt haben. Ich begann damit 1884 im Riesen- und Isergebirge, wo ich die dortigen Moorgewässer und Hochseen untersuchte. Später begab ich mich an die Salzseen bei Eisleben und die Kraterseen (Maare) der Eifel. Ferner erforschte ich zahlreiche Gewässer des baltischen Landrückens, sowie neuerdings (1904/5) einige große Seebecken in Ober- und Mittelitalien, sowie verschiedene Sümpfe auf der Insel Sizilien und in der Umgebung von Tunis. Im Jahre 1890 begründete ich am Ufer des Großen Plöner Sees eine besondere Anstalt für Süßwasserbiologie, welche bis zur Stunde unausgesetzt in Betrieb geblieben ist. Um die gleiche Zeit etwa richtete der österreichische Zoolog Prof. Anton Fritsch (Prag) eine transportable kleine Station ein, die es ihm ermöglichte, längerwährende biologische Untersuchungen an verschiedenen böhmischen Teichen anzustellen.

In der Folge fand das von mir gegebene Beispiel auch in weiteren wissenschaftlichen Kreisen lebhaften Anklang, und es wurden an vielen Orten, bzw. in außerdeutschen Ländern, gleichfalls stabile Forschungsinstitute errichtet. So z. B. als eines der ersten die biologische Versuchsanstalt zu Ewois in Finnland, welche mit der dortigen Forstakademie verbunden ist. Dann erfolgte die Begründung von 8 biologischen Stationen in Rußland; etwas später eröffnete man ein Forschungsinstitut verwandten Charakters zu Besse in Frankreich, während Nordamerika seinerseits gleich mit einem Dutzend Süßwasserstationen, die in verschiedenen Seengegenden errichtet wurden, hervortrat. Italien blieb auch nicht zurück, und es besitzt jetzt zwei derartige Anstalten zu Rom und in Mailand. Hierauf schloß sich England dem gegebenen Beispiele an, und ein reicher Privatmann etablierte dort die Station in den Norfolk-Broads. Neuerdings ist es auch in Österreich zur Schöpfung von biologischen Laboratorien gekommen; das eine befindet sich im Prater zu Wien, das andere zu Lunz-Seehof in Niederösterreich. Einmal schien es so, als ob sich auch Spanien an diesem Fortschritte auf wissenschaftlichem Gebiete beteiligen wollte. Vor einigen Jahren war wenigstens die Rede davon, daß an der atlantischen Küste von Marokko die Begründung einer An-

stalt zur Vornahme von marinen und lakustrischen Untersuchungen in Aussicht genommen sei.

In der obigen Aufzählung wird man die Schweiz vermissen. Hier ist tatsächlich noch keine spezielle Anstalt für biologische Seenkunde vorhanden. Aber trotzdem werden lakustrische Forschungen dort mit größtem Eifer betrieben, wie schon die Existenz einer besonderen limnologischen Kommission beweist, welche sich die allseitige Exploration der heimatlichen Seenbecken angelegen sein läßt. So hat z. B. bereits eine eingehende Untersuchung des Vierwaldstätter Sees stattgefunden, an der sich eine Anzahl hervorragender schweizerischer Forscher im patriotisch-wissenschaftlichen Interesse beteiligt hat. Präsident jener Kommission ist der durch seine klassische Untersuchung der Rhätikonseen bekannte Zoolog F. Zschokke (Basel), und um die Erforschung der lakustrischen Pflanzenwelt in den schweizerischen Seebecken hat sich namentlich der Botaniker C. Schröter (Zürich) hervorragende Verdienste erworben.

So ist binnen zwei Dezennien aus einem kleinen Samenkorn ein mächtiger Baum erwachsen, an dessen Wurzeln niemand mehr rütteln kann. Als die zu Plön begründete erste Süßwasserstation in Tätigkeit getreten war, gab es freilich auch zahlreiche Fachleute, welche der Ansicht huldigten, daß sich das Material für die geplanten Untersuchungen sehr bald erschöpfen werde. Es bestand überhaupt damals noch sehr allgemein das Vorurteil, daß das Süßwasser viel zu arm hinsichtlich seiner Flora und Fauna sei, um für fortgesetzte Studien immer neuen Stoff zu liefern. Diese Befürchtung hat sich aber nicht im entferntesten bestätigt, sondern es stellte sich im Fortgange der hydrobiologischen Untersuchungen vielmehr das gerade Gegenteil heraus, nämlich eine Überfülle von Fragen und Problemen, die sich an die Organismenwelt unserer Binnengewässer knüpfen und dieselbe zu einem nicht minder interessanten Gegenstande der Forschung machen, wie es die marine Tier- und Pflanzenwelt notorisch schon seit Jahrhunderten für den Biologen gewesen ist.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß sich in jüngstverflossener Zeit eine ganze Reihe von namhaften Zoologen und Botanikern der Erforschung des Lebens in den Binnengewässern gewidmet hat. Ohne den übrigen Arbeitern auf diesem Gebiete, welche hier ungenannt bleiben, ihr Verdienst schmälern zu wollen, seien hier hauptsächlich diejenigen hervorgehoben, welche sich als besonders energische Pioniere bei Erschließung der neuen Forschungsdomäne

des Süßwassers erwiesen haben. Es begegnen uns da die Namen von C. Apstein, V. Brehm, G. Burckhardt, E. v. Daday, O. Fuhrman, A. Fritsch, J. Heuscher, W. Hartwig, B. Hofer, F. Könike, H. Klebahn, R. Kolkwitz, R. Lauterborn, E. Lemmermann, M. Marsson, F. Ruttner, A. Seligo, O. Schmeil, W. Schmidle, C. Schröter, Th. Stingelin, A. Steuer, S. Strodtmann, A. Thienemann, W. Vávra, P. Vogler, M. Voigt, R. Volk, W. Weltner, R. Woltereck, E. Zederbauer, C. Zimmer und F. Zschokke.

Dazu kommen noch die amerikanischen Forscher A. Forbes, S. Jennings, A. Kofoid, B. Ward und E. Whipple, der Norweger H. Huitfeld-Kaas, der Däne J. Wesenberg-Lund, die Engländer J. Murray und J. Scourfield, die Italienerin Cesarina Monti und ihr Landsmann A. Garbini, der Franzose C. Bryant, der Belgier E. Rousseau und der Russe S. Skorikow.

Auf Vollständigkeit macht diese Liste nicht im entferntesten Anspruch. Ein sehr umfangreiches Verzeichnis derjenigen Forscher und Schriftsteller, welche sich erfolgreich auf dem Gebiete der Süßwasserbiologie betätigt haben, findet der Leser in C. Lamperts bekanntem Buche über „das Leben der Binnengewässer" (II. Auflage 1909).

III. Vom Plankton im allgemeinen und wie man es fängt resp. konserviert.

Es ist — wie schon hervorgehoben — eine bunte Gesellschaft von mikroskopisch-kleinen aber vielfach auch schon mit bloßem Auge erkennbaren Wesen, welche in quantitativer Hinsicht den Hauptteil der in unseren stehenden Gewässern vorhandenen Lebewelt darstellen. Eine große Menge schwebender Pflanzenformen, die sich von den im Wasser gelösten mineralischen Substanzen ernähren, bilden hier mit zahlreichen tierischen Organismen zusammen eine Lebensgemeinschaft, innerhalb deren ein Verhältnis wechselseitiger Beziehungen besteht, so daß das Ganze einen Mikrokosmos bildet, in welchem sich Tiere und Pflanzen ebenso gegenseitig in ihren Lebensansprüchen fördern, wie dies in betreff der Landbewohner aus beiden Naturreichen bekanntermaßen auch der Fall ist. Die von den winzigen Schwebtieren ausgeatmete und vom Wasser aufgenommene Kohlensäure wird von den Pflanzenwesen des

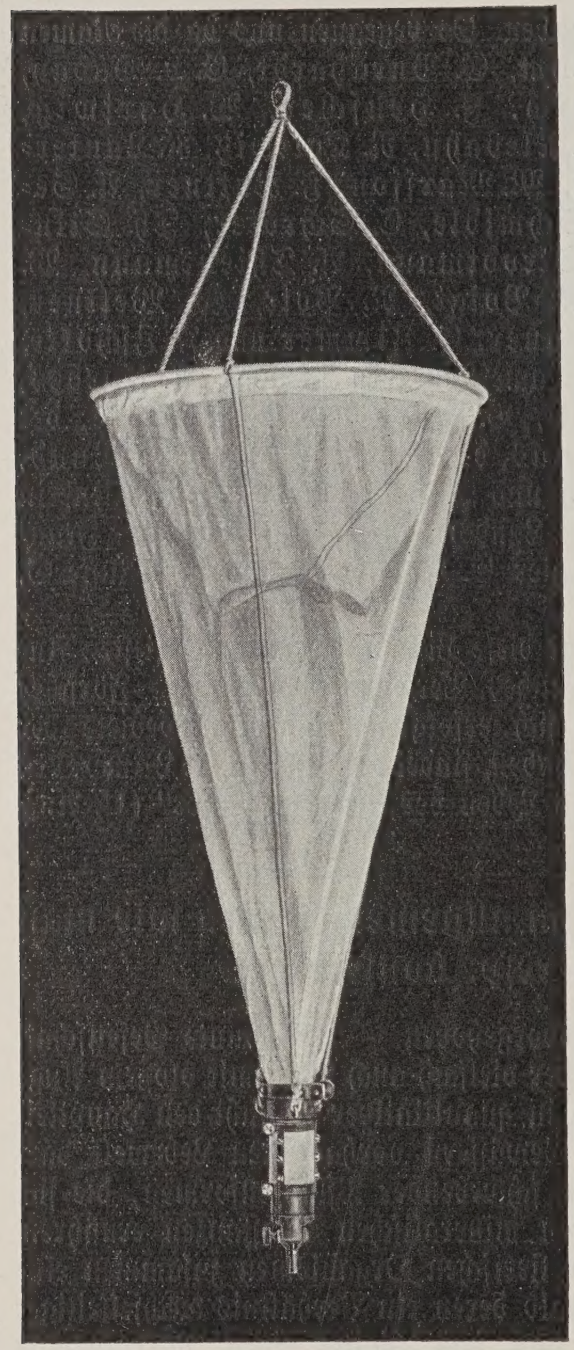

Fig. 1. Das Planktonnetz.

Planktons in derselben Weise assimiliert und zum Aufbau ihres zarten Körpers verwendet, wie dies von seiten der Landgewächse mit der im Luftmeere vorhandenen Kohlensäure geschieht, die sonst in ihrer Anhäufung jegliches Tierleben auf dem Festlande unmöglich machen würde. Viele planktonische Pflanzenformen (Algen) dienen den Vertretern der Schwebfauna auch direkt zur Nahrung, so daß die innigste Verkettung animalischen und vegetabilischen Lebens in der Naturökonomie der Seebecken zu konstatieren ist.

Um sich Plankton zu Untersuchungszwecken aus einem Teiche oder See zu verschaffen, bedient man sich eines feinmaschigen Netzes aus Seidengaze, dessen Einrichtung aus Fig. 1 ersichtlich wird.

Seiner wesentlichen Konstruktion nach besteht ein solches Netz aus einem konisch geformten Gazebeutel, dessen Öffnung von einem Eisenringe gebildet wird, und aus einem messingenen (becherartigen) Ansatze, der einen Abflußhahn besitzt. Diesen Seihapparat befestigt man (wenn es sich nur um die Erlangung von Oberflächen-Plankton handelt)

mit einer 3 bis 4 m langen Leine am Hinterteile des Ruderbootes und läßt ihn während einer etwa 10 Minuten lang fortgesetzten Fahrt mit mäßiger Geschwindigkeit durchs Wasser gehen. Dann wird das Boot angehalten und das Netz über den Seespiegel gehoben; hierbei läuft sogleich alles mitgeschöpfte Wasser durch die Maschen der Gaze ab. Das Fangergebnis aber sammelt sich im Grunde des Netzbechers und kann von dort bei aufgedrehtem Hahne in ein Glasgefäß abfließen. Da der Ansatz am Boden kelchartig vertieft ist, so bleibt das aufgefischte Plankton stets in einer genügend großen Wassermenge zurück, um nicht die Form eines feuchten Breies anzunehmen, der als solcher die Abflußöffnung nicht passieren könnte. Bekommt man beim ersten Fange eine zu geringe Quantität planktonischer Organismen, so muß die Prozedur wiederholt werden. Handelt es sich um sehr tiefe Seen, so empfiehlt es sich, das Netz vom Boote aus senkrecht bis nahe zum Grunde herabzulassen und mäßig schnell wieder heraufzuholen. Auf diese Art bekommt man ein Filtrat aus allen Wasserschichten und erhält einen vollständigeren Überblick hinsichtlich des zurzeit im See vorhandenen Planktons als durch die vorher geschilderte (horizontale) Fangweise. Will man mit Genauigkeit feststellen, welche Organismen in bestimmten Tiefenzonen zu einer gewissen Tages- oder Jahreszeit anwesend sind, so muß man sich eines Schließnetzes bedienen, dessen Mechanismus aus Fig. 2 leicht begreiflich wird.

Dieser Fangapparat ist 20 kg schwer und daher nicht so leicht zu handhaben wie das einfache Planktonnetz, womit man, je nach Bedarf, horizontale oder vertikale Fänge im Umsehen ausführen kann. Das Schließnetz, welches die folgende Abbildung veranschaulicht, wird von einem langen Tau, welches über eine im Boote befestigte Knüppelwinde läuft, in die zu erforschende Tiefenregion herabgelassen und nun mittels eines Fallgewichtes geöffnet. Letzteres geschieht, indem durch das aufschlagende Bleigewicht die Feder gelöst wird, welche die Klappe vor die quadratische Öffnung des Eisenrahmens drückt, an dem der Gazebeutel hängt. Unsere Figur zeigt den Eingang des Netzes geöffnet. Vor dem Gebrauch muß derselbe natürlich wieder geschlossen werden. Beim Fischen mit diesem Netz ist stets ein Gehilfe erforderlich, der die Winde in Gang setzt. Ist nun die Maschinerie an ihrem Haltetau in die Tiefe hinabgesenkt, so wird sie mit dem Boote langsam durchs Wasser fortbewegt. Hat man so 10 bis 20 Minuten lang gefischt,

so wird ein zweites (größeres) Gewicht von Ringform am Tau hinabgeschickt, und dieses bewirkt das Herabschlagen des ganzen Rahmens, der nun auf die Klappe fällt. Auf diese Art wird auf sehr einfachem Wege ein Verschluß hergestellt, der es völlig unmöglich macht, daß beim Heraufziehen des Netzes Wasser aus den oberen Wasserschichten in die Netzöffnung eindringt und das Fangresultat fälscht. In unserer Abbildung ist das Schließnetz mit

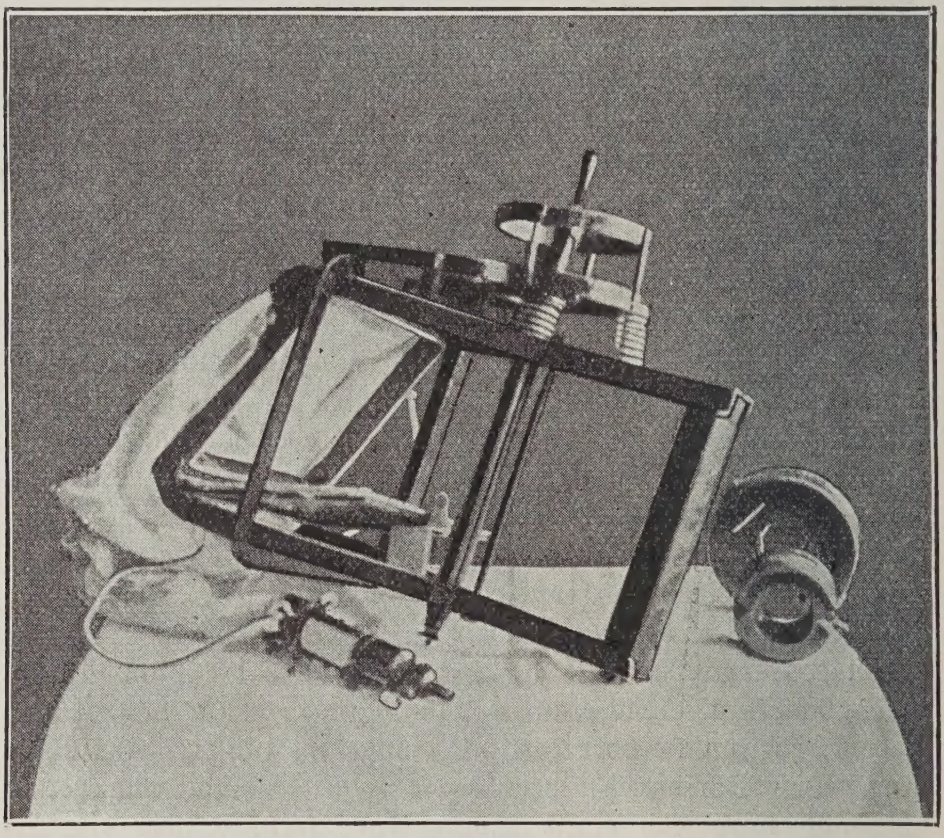

Fig. 2. Das Pioner Schließnetz (für Planktonfischerei).

seinem Vorderteil nach rechts gerichtet; links sieht man den Rahmen mit der herabgeschlagenen Klappe. Auf dem Tische (rechts) liegen die beiden Fallgewichte, mit denen das Schließen und Öffnen des Netzes in der Tiefe des Sees bewirkt wird.

Die gewöhnlichen Netze, wie ein solches in Fig. 1 dargestellt ist, werden in sehr verschiedener Größe hergestellt, und für die meisten Zwecke der Planktonfischerei (wobei es hauptsächlich darauf ankommt, eine hinreichende Menge von Untersuchungs- oder Demonstrationsmaterial zu erhalten) genügt schon ein solches mit einem Gazebeutel von 60 cm Länge und einer Eingangsöffnung

von 18 bis 20 cm Durchmesser. Ein gebrauchsfertiges kleines Netz dieser Art liefert der Präzisionsmechaniker A. Zwickert in Kiel (Dänische Straße 25) für 25 Mark. Planktonnetze von beträchtlichen Dimensionen sind entsprechend teurer; schon wegen des hohen Preises der dazu verwendeten Seidengaze. Schließnetze sind im Vergleich zu jenen noch bei weitem kostspieliger, und ein solches der oben beschriebenen Art (Fig. 2) wird von dem genannten Mechaniker nicht unter einem Preise von Mk. 200 hergestellt.

Ich habe mir gestattet, diese Angaben beizufügen, weil es manchen wissenschaftlichen Interessenten erwünscht sein könnte, eine Bezugsquelle für sorgfältig konstruierte Fangapparate nachgewiesen zu erhalten. Ganz einfache und primitive Planktonnetze kann sich übrigens auch jedermann selbst herstellen, wenn der komplizierte Netzansatz durch ein Stück Messingrohr ersetzt wird, welches man während des Fischens mit einem Korkstöpsel verschließt. Durch Herausziehen des Stöpsels kann man das erbeutete Plankton natürlich ebenfalls leicht in ein untergehaltenes Sammelglas überführen.

Besichtigt man gleich nach dem Fange das, was man mit dem feinen Netz aus dem anscheinend völlig klaren Wasser eines Teiches oder Seebeckens aufgefischt hat, so wird man über die Fülle tierischen und pflanzlichen Lebens erstaunen, welche sich schon dem unbewaffneten Auge darbietet. Nimmt man aber eine mäßig starke Lupe (z. B. ein sogenanntes Leseglas) zur Hilfe, so lassen sich die verschiedenen Gattungen und Arten noch weit besser erkennen. Wir sind dann bereits imstande, die Krebse von den Rädertieren und diese wieder von den Infusorien zu unterscheiden; ja der Fachmann, dessen Blick hochgradig geübt ist, vermag schon bei einer ganz schwachen Vergrößerung viele Spezies zu identifizieren und deren Häufigkeit in dem betreffenden Material festzustellen. Am deutlichsten sichtbar sind immer die planktonischen Krustazeen, weil viele derselben fast Millimetergröße besitzen und lebhafte Bewegungen mit ihren Ruderwerkzeugen ausführen. Namentlich auffällig machen sich die oft blau oder zinnoberrot gefärbten Vertreter der Gattung Diaptomus, welche mit Hilfe ihrer langen, muskelkräftigen Fühler blitzschnell in den engen Glasbehältern hin und her schießen.

Zum Zwecke der mikroskopischen Demonstration konzentriert man das in Halblitergläsern aufbewahrte Material mittels eines Gazefilters, d. h. man entfernt auf diese Weise das überschüssige Wasser und erhält dann eine wimmelnde Masse, die man in kleinen Por-

tionen auf einen Objektträger ausbreitet und mit einem Deckgläschen bedeckt, um die tierischen Wesen in ihren allzu ausgiebigen Bewegungen zu beschränken.

Die Identifizierung und Bestimmung der einzelnen Formen kann in den meisten Fällen schon bei einer 50- bis 75maligen Vergrößerung ausgeführt werden. Nur bei den Algen, wo es sich vielfach um die Feststellung minimaler Größenverhältnisse handelt, wird man häufig zu stärkeren Linsensystemen greifen müssen.

Ist es untunlich, das aufgefischte Plankton an Ort und Stelle, d. h. in unmittelbarer Seenähe zu untersuchen, so empfiehlt es sich, dasselbe abzutöten und und für die spätere Bearbeitung im Laboratorium zu konservieren. Für diesen Zweck habe ich folgende drei Methoden sehr probat gefunden:

1. Die Behandlung mit Chromessigsäure. 100 Kubikzentimeter einer zweiprozentigen Chromsäurelösung (in Wasser) werden mit 8—10 Tropfen konzentrierter Essigsäure versetzt und mit diesem Gemisch wird der eingedickte Planktonfang in einer Glasschale übergossen. Nach 5—6 Stunden wird reichlich Wasser zugelassen und das Material auf einem Filter so lange ausgewaschen, bis alle freie Säure verschwunden ist. Dann überträgt man den ausreichend konservierten Fang in Alkohol von 70 %, wo er sich jahrelang vortrefflich hält.

2. Anstatt der Chromessigsäure kann man auch eine gesättigte, wässerige Lösung von Quecksilberchlorid (Sublimat) verwenden. Man verfährt im übrigen auf die bereits geschilderte Art, hat aber im vorliegenden Falle auf gründliches Auswässern ganz besonders zu achten. Bei diesem Verfahren werden namentlich auch die pflanzlichen Wesen sehr gut konserviert. Die endgültige Aufbewahrung erfolgt auch hier in 70%igem Alkohol, dem man tropfenweise so lange Jodtinktur zusetzt, bis die immer wieder verschwindende Gelbfärbung desselben ständig wird. Dann ersetzt man diesen jodierten Alkohol durch neuen von 80 oder 90%.

3. Starker Alkohol (von 90 oder 95%) leistet gleichfalls gute Dienste bei der Konservierung des Planktons. Es genügt, wenn der auf dem Filter konzentrierte Fang mit derartigem Weingeiste übergossen und abgetötet wird. Nach Verlauf einer Stunde erneuert man den Alkohol, und zuletzt bleibt das Material in solchem von 80% für den ferneren Gebrauch liegen.

Diese drei Arten der Konservierung haben sich mir in einer langen Praxis ausgezeichnet bewährt. Bei der Anwendung von Sublimat bleiben besonders auch die Rädertiere und Infusorien gut erkennbar und hinsichtlich ihrer Körperform in leidlicher Verfassung. Kommt es (wie bei vergleichenden Planktonstudien) nicht so sehr darauf an, daß die anatomischen Einzelheiten der verschiedenen Spezies tadellos erhalten werden, als vielmehr auf die äußere Gestalt und den allgemeinen Habitus der verschiedenen Wesen, welche deren Identifizierung ermöglicht, so genügt auch schon eine Konservierung mit Formalin, welches man tropfenweise zusetzt, bis der ganze, in einem Präparatengläschen enthaltene Fang den bekannten stechenden Geruch nach jener Flüssigkeit angenommen hat. Derartiges Material ist oft nach vielen Jahren noch brauchbar; zumal wenn man eine 10%ige Formalinlösung anwendet, welcher auf etwa 100 Volumteile mindestens 5 Teile Holzessig (Acid. pyrolignosum rectif.) beigemischt sind. Durch diesen Zusatz wird die konservierende Eigenschaft des Formalins in hohem Maße verstärkt, und als günstige Nebenwirkung macht sich das deutlichere Hervortreten bindegewebiger Strukturen und drüsiger Elemente bemerklich. Seiner bequemen Verwendbarkeit wegen kann das Formalin-Holzessiggemisch nur angelegentlich empfohlen werden.

Es ist jedem, der sich mit Planktonstudien beschäftigt (auch dem Anfänger darin) anzuraten, daß er die einzelnen Fänge sorgfältig etikettiert, d. h. sie mit einer Notiz versieht, welchem Gewässer sie entstammen und an welchem Tage, resp. zu welcher Jahreszeit sie gemacht wurden. Derartige Angaben können für eine spätere wissenschaftliche Untersuchung von großem Nutzen sein, und man vermißt sie oft schmerzlich, wenn sie der betreffende Lieferant von Planktonproben beizufügen unterlassen hat.

Zur Kritik der mit den gebräuchlichen Planktonnetzen gemachten Fänge sei noch bemerkt, daß selbst die feinsten Nummern der seidenen Müllergaze (18—20) die ganz kleinen Organismen durch die Maschen gehen lassen. Wenn es also bei einer bestimmten wissenschaftlichen Untersuchung darauf ankäme, sämtliche — auch die winzigsten — Planktonwesen, die in einem Gewässer vorhanden sind, zu ermitteln, so kann das nur dadurch geschehen, daß man eine gewisse Quantität Wasser (d. h. mindestens 1 Liter) portionsweise durch Seidentaffet filtriert oder daß man mit Hilfe der Zentrifuge aus jenem Wasserquantum sämtliches Plankton

niederschlägt und auf solche Weise das erforderliche Untersuchungsmaterial erlangt. Mit diesen Methoden kann man also das Ergebnis der Netzfänge vervollständigen; aber der durch Zentrifugieren oder Filtrieren von Schöpfproben erhaltene Niederschlag läßt keinen sicheren Schluß auf den Planktongehalt einer zusammenhängenden Wassersäule zu. Ein naturgetreues Bild von der quantitativen und qualitativen Beschaffenheit des Planktons eines Teiches oder Sees kann daher immer nur durch Fänge mit dem Gazenetz gewonnen werden.

IV. Die planktonischen Krustazeen.

Es wurde schon eingangs dieser Schrift (vgl. S. 2 und 3) hervorgehoben, daß kleine Krebstiere einen Hauptbestandteil des Süßwasserplanktons bilden, und es hat sogar — wie wir gesehen haben — die Entdeckung dieser schwebenden Krusterfauna den ersten Anstoß dazu gegeben, daß sich namhafte Naturforscher in größerer Anzahl dem Studium der lakustrischen Tierwelt zuwandten. Nichts ist daher motivierter, als daß wir uns jetzt auch zuvörderst mit diesen niedlichen Gliedertieren beschäftigen und deren nähere Bekanntschaft zu machen suchen. Eine Anzahl von Abbildungen wird uns dabei gute Dienste leisten; denn es ist nicht möglich, dem Laien durch das Medium einer bloßen Beschreibung eine Vorstellung von der körperlichen Beschaffenheit und dem Aussehen dieser kleinen Geschöpfe, die der Volksmund schlankweg als „Wasserflöhe" bezeichnet, zu geben. Diese Benennung rührt offenbar daher, weil man wahrnahm, daß die kleinen Tierchen sich meist mit kurzen Sprüngen im Wasser fortbewegen und somit etwas Flohartiges in ihrer äußeren Erscheinung besitzen. Aber ihren wirklichen Verwandtschaftsverhältnissen nach gehören sie zur Krebsklasse und machen die niedrigste Abteilung derselben aus. Im lebenden Zustande (und mit der Lupe betrachtet) stellen sie äußerst zierliche, fast vollkommen wasserhelle, zarthäutige Geschöpfe dar.

In den nachfolgenden Abbildungen soll dem Leser eine Vorstellung von den eigenartig gestalteten Tierchen gegeben werden, welche in erster Linie an der Zusammensetzung des Planktons teilnehmen und die relativ größten Komponenten desselben ausmachen. Da sehen wir nun in Fig. 3 eine Hyalodaphnia veranschaulicht, welche in Wirklichkeit ein recht winziges Wesen von der Länge eines Millimeters ist. Dabei ist dasselbe vollkommen wasser-

hell, und als das einzige Gefärbte an ihm erweist sich der grünlich oder gelblich durch seinen Leib hindurchschimmernde Darm (*d*). Bei *A* sehen wir das wie mit Perlen umsäumte Auge, bei *R* die sogenannten Riechfühler, und bei *a* treten die Konturen des Gehirnganglions hervor. In *b* sehen wir zwei kleine Ausstülpungen des Darmkanals, die als „Magenanhänge" bezeichnet werden. *c* ist das Herz, *e* der Eierstock, *f* die Schalendrüse (ein Ausscheidungsorgan), und bei *g* bemerken wir zwei krallenartige Fortsätze, die am Hinterleibsende sitzen und, wenn dieses bewegt wird, zwischen den beiden Schalenklappen, die den eigentlichen Körper des Tieres umschließen, sichtbar werden. *v* ist das Ende des schwertförmig zugespitzten Kopfes, der das Wasser wie ein Bootskiel durchschneidet, wenn die schmalleibige Hyalodaphnia sich innerhalb ihres Wohnelementes fortbewegt. Letzteres geschieht mit Hilfe der zweiästigen, langen Vordergliedmaßen (Ruder-Antennen), welche, wie unsere Figur zeigt, zu beiden Seiten des hinteren Kopfteils ihren Ansatzpunkt haben. Nach hinten zu endigt die Schale in einen langen, mit Dörnchen besetzten Stachel.

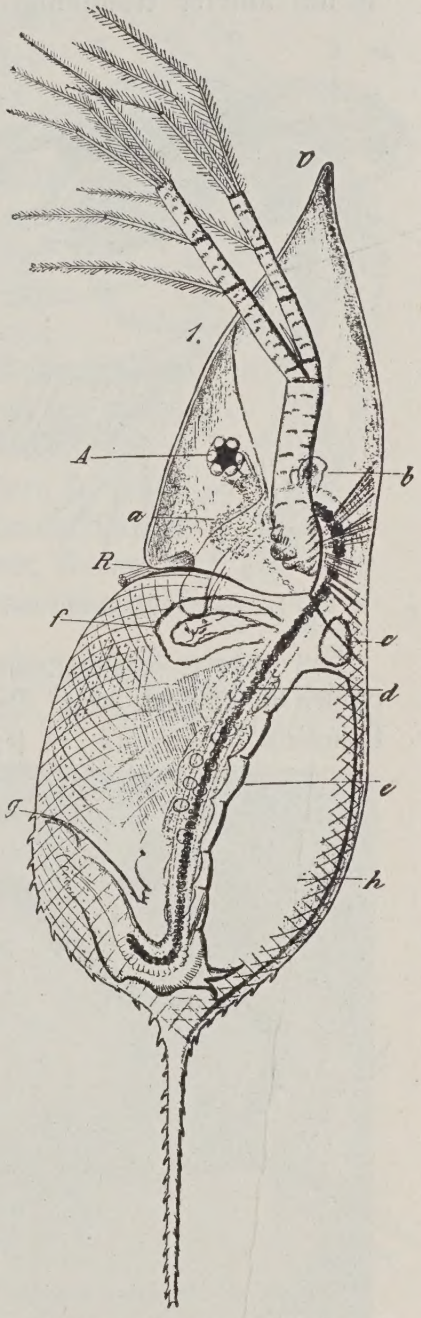

Fig. 3. Hyalodaphnia kahlbergensis.

In Fig. 4 sehen wir den kurzschwänzigen Wasserfloh (Daphnella brachyura), der gleichfalls von glasartiger Durchsichtigkeit ist, so daß man auch bei ihm ohne weitere Präparation die ganze innere Organisation des Tierchens wahrzunehmen vermag. Wir erblicken das Auge (*Au*), das Gehirn (*G*), das Herz (*H*), den Eierstock (*Ov*) und den Darmkanal (*D*). Letzterer

erstreckt sich nach vorn zu bis in die Nähe des Gehirns, wo die gebogene Speiseröhre in ihn einmündet. Die Mundöffnung ist auf unserer Abbildung nicht sichtbar; sie liegt auf der Bauchseite, dicht hinter den beiden gewaltigen und zierlich gefiederten Ruderarmen.

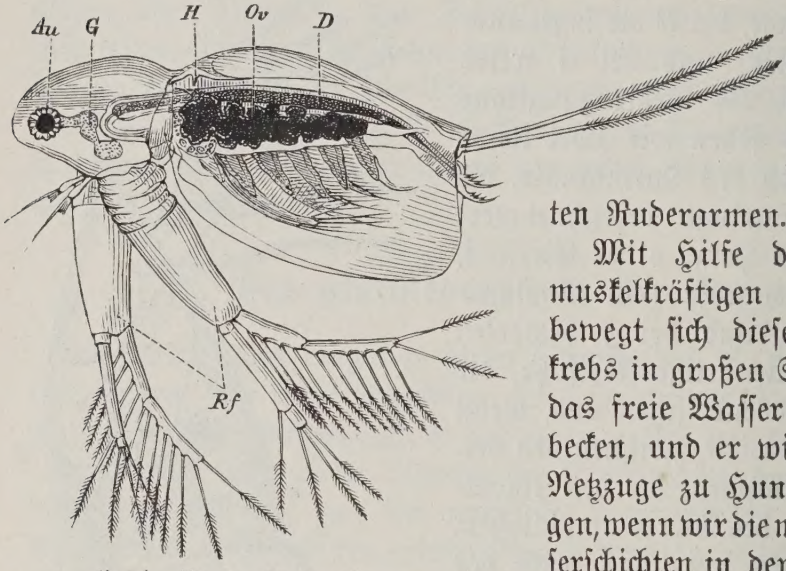

Fig. 4. Daphnella brachyura.

Mit Hilfe dieser starken, muskelkräftigen Gliedmaßen bewegt sich dieser Plankton-krebs in großen Scharen durch das freie Wasser unserer Seebecken, und er wird mit jedem Netzzuge zu Hunderten gefangen, wenn wir die mittleren Wasserschichten in der oben geschilderten Weise (S. 9) befischen.

Ein anderer Seenbewohner ist der Rüsselkrebs, der in zahlreichen Arten vorkommt. Die hier veranschaulichte Spezies (Fig. 5), Bosmina longispina, ist leicht erkenntlich an den beiden lang hinausspießenden Schalenstacheln. Im allgemeinen stimmt er in seinem Bau mit der vorher beschriebenen Form (Daphnella) überein. Nur trägt er (und auch die ihm verwandten Spezies) steife, rüsselförmige Fühlhörner vorn am Kopfe, die dem kleinen Wesen, wenn es von der Seite, wie in unserer Abbildung, gesehen wird, das Aussehen eines Elefanten en miniature verleihen. Die Bedeutung der Buchstaben ist wegen der nahen Verwandtschaft beider Gattungen ganz dieselbe wie in Fig. 4. Zu erwähnen ist aber noch, daß alle diese niederen Krebse im Rücken-

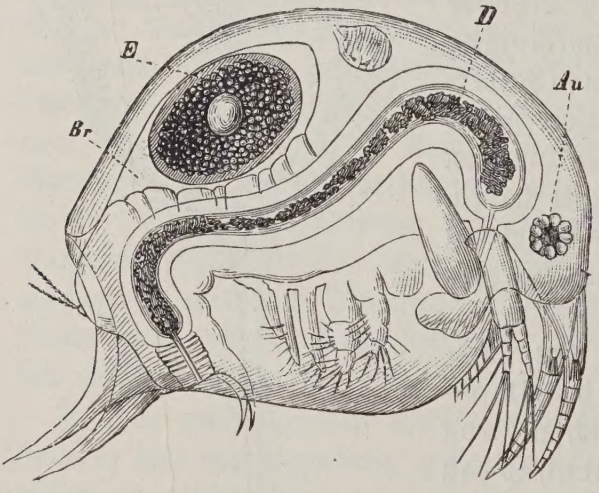

Fig. 5. Bosmina longispina.

teile einen Hohlraum (*Br*) besitzen, welcher zur Aufnahme der Eier (*E*) dient und worin die ausgeschlüpften Embryonen so lange verweilen, bis sie sich vollständig entwickelt haben. Der in Fig. 6 dargestellte Rüsselkrebs (Bosmina gibbera) ist dadurch merkwürdig, daß bei ihm die steifen Vorderfühler außerordentlich lang sind und daß die Schale am Rücken höckerartig aufgetrieben ist, wodurch eine auffällige und groteske Körperform entsteht. Der großen Schalenhöhe entsprechend, ist auch der Brutraum bei dieser Art sehr geräumig und geeignet, eine beträchtliche Anzahl von Eiern aufzunehmen. Ich fand den Buckelkrebs recht zahlreich im Plankton westpreußischer Seen vor, wogegen er in den größeren Gewässern Holsteins, die in ihrer sonstigen Fauna mit jenen übereinstimmen, selten vorzukommen scheint. In Schweden, Norwegen und Finnland soll die nämliche Art von besonderer Häufigkeit sein.

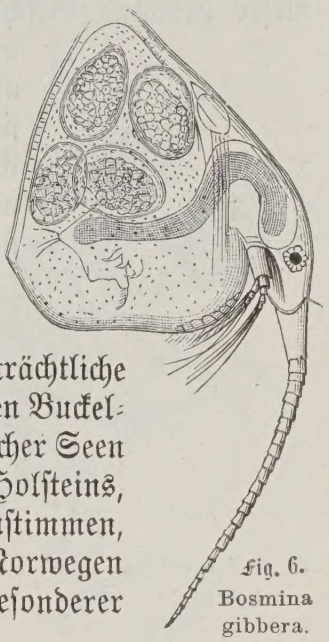

Fig. 6. Bosmina gibbera.

In Fig. 7 ist ein anderer (ziemlich häufiger) Rüsselkrebs auf mikrophotographischem Wege veranschaulicht und sehr naturgetreu dargestellt. Es ist die in den norddeutschen Seen überall vorkommende Bosmina coregoni.

Fig. 8 veranschaulicht uns das größte der planktonischen Krebstiere, welches ein Riese unter seinesgleichen ist und in unseren deutschen Gewässern eine Länge von 10 bis 12 mm erreicht. Sein

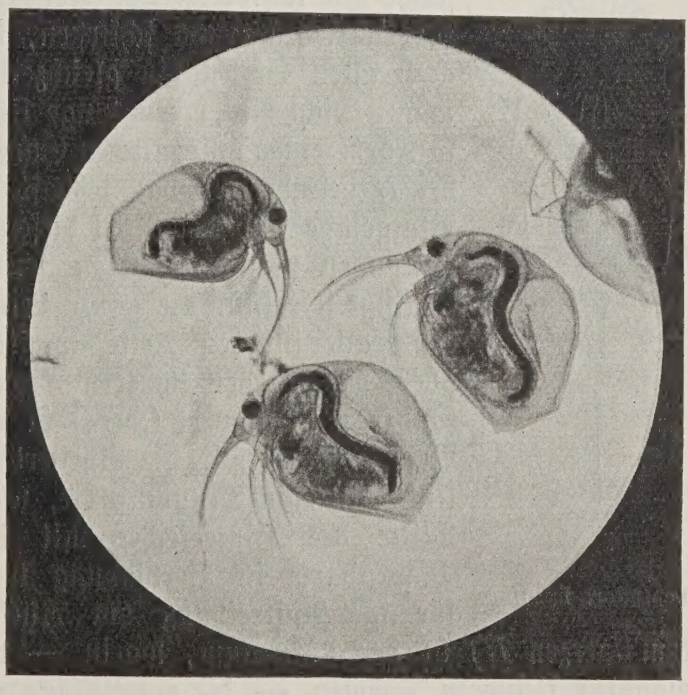

Fig. 7. Bosmina coregoni.

zoologischer Name ist: Leptodora hyalina, was ins Deutsche übersetzt „durchsichtiges Dünnfell" heißen würde. 1844 wurde dieses prächtige Geschöpf von den Bremer Naturforschern Kindt und Focke in dem seichten Stadtgraben der alten Hansastadt entdeckt. Später stellte es sich heraus, daß Leptodora eine hauptsächliche Bewohnerin aller größeren Landseen ist, und daß sie auch in der neuen Welt (Nordamerika) in stattlichen Exemplaren von 18 bis 21 mm Länge vorkommt. Schon bei Lupenvergrößerung gewährt dieses glashelle, dünnhäutige Tier einen höchst anziehenden Anblick. In dem langen schnabelförmigen Kopfe liegt vorn das Auge (*Au*), welches aus einer schwarzen, dem Gehirn aufsitzenden Kugel besteht, die auf ihrer ganzen Oberfläche mit lichtbrechenden Kristallkegeln besetzt ist. Wir dürfen hieraus schließen, daß dieser Krebs nach allen Seiten hin gleichzeitig zu sehen vermag. Dicht hinter dem Auge liegt das „Gehirn" in Form eines ansehnlichen Ganglienknotens, und bei *H* befindet sich das lebhaft pulsierende Herz. Blutgefäße sind bei allen diesen niederen Krebsgattungen nicht vorhanden, sondern die farblose Flüssigkeit erfüllt die ganze Leibeshöhle und umspült alle inneren Teile unmittelbar. Sie wird aber, wie bei den höheren Tieren, durch ein besonderes Pumpwerk (Herz) in Bewegung gesetzt. Bei *Oe* sehen wir die Speiseröhre, welche nach links hin zum Munde führt, während sie in der Mitte des Hinterleibes mit dem sogenannten Magendarm in Verbindung tritt. Die blasenförmige Auftreibung am Rücken (dicht hinter dem Herzen *H*) ist der Brutraum, worin — wie bei den verwandten kleineren Formen — die entwicklungsreifen Eier ihren

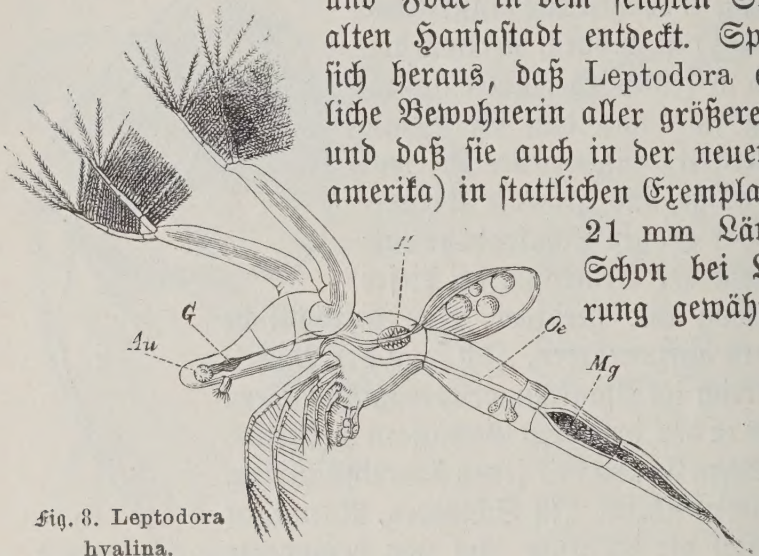

Fig. 8. Leptodora hyalina.

Fig. 9. Auge und Gehirnknoten von Leptodora hyalina.

Platz finden. Den gesamten Bau dieses interessanten Planktonwesens kann man sich ohne jede Präparation zur Anschauung bringen, weil dasselbe vollkommen durchsichtig ist. Die meist zentimeterlangen Tierchen sind so glashell und farblos, daß man deren Anwesenheit in ihrem Wohnelement nur an den tiefschwarzen Augenpunkten zu erkennen vermag, welche sich ruckweise hin und her bewegen. Die Umrisse des zarten Körpers bleiben gänzlich unsichtbar, und dessen Dasein verrät sich lediglich dadurch, daß die mächtigen Ruderarme allerlei kleine Partikelchen, die das Wasser verunreinigen, zur Seite stoßen. In der beigegebenen Figur sind diese Lokomotionsorgane nach oben und vorn gerichtet, so daß wir deren elegante Befiederung deutlich zu Gesicht bekommen.

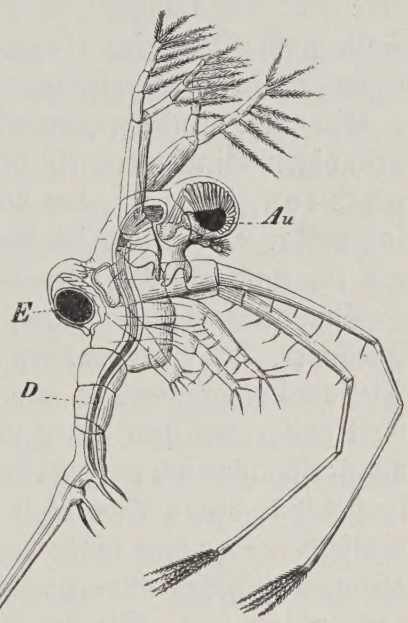

Fig. 10. Bythotrephes longimanus.

Leptodora ist übrigens ein sehr gefräßiges und räuberisches Geschöpf, welches unablässig Jagd auf kleinere Kruster macht. Die von den scharfen Kauzangen zermalmten Opfer gelangen dann durch den langen engen Schlund (*Oe*) in den gestreckten röhrenförmigen Magen (*Mg*), dessen Inhalt meist gelblich gefärbt ist.

An Leptodora ist in meiner Station zu Plön von W. Gerschler neuerdings (1910) die interessante Beobachtung gemacht worden, daß im ersten Beinpaare dieses Krebses noch ein besonderes Organ zur Förderung der Blutzirkulation vorhanden ist. Es besteht aus einem Muskelband, welches von der Innenseite der Extremität aus frei deren Hohlraum durchsetzt und an ein feines Häutchen von kreisförmiger Gestalt herantritt. Dieses eigenartige Organ, welches ununterbrochen rasche Pulsationen ausführt, ist bei beiden Geschlechtern von Leptodora zu konstatieren. Seiner Funktion nach ist es gleichsam ein zweites Herz, dem die Aufgabe zugefallen ist, das in den langen dünnen Beinen leicht ins Stocken geratende (farblose) Blut in seiner fließenden

Bewegung zu unterstützen. Da das an der Rückenseite gelegene eigentliche Herz von Leptodora (Fig. 7, *H*) im Verhältnis zur Körpergröße dieses Krebses ziemlich klein ist, so erscheint es als eine sehr zweckmäßige Veranstaltung der Natur, daß in diesem Falle noch eine kleine (supplementäre) Pumpstation innerhalb des ersten Beinpaares existiert.

Ein nicht minder eigenartig aussehender Bewohner unserer tiefgründigen Binnenseen ist der in Fig. 9 abgebildete Bythotrephes longimanus, der bereits 1857 von dem bekannten Biologen Fr. v. Leydig im Bodensee entdeckt, aber erst viel später als ein typisches Mitglied der Seenfauna erkannt wurde.

Eine deutsche Bezeichnung für diesen Krebs ausfindig zu machen, ist schwer. Am zutreffendsten nennen wir ihn wohl den langarmigen Tiefschwimmer, weil er mit Vorliebe in den von der Oberfläche weit entfernten und daher nur schwach vom Tageslicht getroffenen Wasserschichten sich aufzuhalten pflegt. Ohne den enormen Schwanzstachel hat dieses Tier bloß eine Länge von reichlich 2 mm; mit demselben aber eine solche von 12 bis 14. Unsere Abbildung dieses abenteuerlich sich ausnehmenden Krebses wird jedem Leser sofort verständlich sein. Wie bei Leptodora, so sehen wir den Kopf auch hier fast ganz ausgefüllt von dem schönen, mit Kristallstäbchen besetzten Auge, und dicht hinter diesem befindet sich der Gehirnknoten. Auf der Grenze von Hinterkopf und Brustteil stehen die großen zweiästigen Ruderfühler, welche in ihrer kräftigen Entwicklung und Befiederung gleichfalls an Leptodora hyalina erinnern. Eigentümlich aber präsentiert sich das erste Paar der Schwimmfüße, welches eine auffällige Länge besitzt. Daher auch die treffende Artbezeichnung „longimanus“. Der Brutsack auf dem Rücken des Tieres ist bei dem in unserer Figur dargestellten Exemplar noch klein und enthält nur ein einziges Ei. Bei völlig erwachsenem Weibchen sind aber meist 4 bis 5 Eier vorzufinden; ich habe übrigens auch schon Muttertiere aus dem großen Plöner See gefischt, welche 6 bis 8 Eier bei sich trugen.

Gegen den Spätsommer hin zeigt sich bei diesen Spezies ganz allgemein eine in Tüpfeln angeordnete ultramarinblaue Färbung, die namentlich in der Nähe des Mundes und an den Füßen auftritt. Der lange Hinterleibsstachel scheint dem Tiere als Balancierstange beim Schwimmen zu dienen, damit es nicht nach vorn überkippt. Es wäre aber auch möglich, daß jenes Anhängsel nur den Zweck hätte, die Körperoberfläche zu vergrößern, um so den Form-

widerstand zu erhöhen, was gleichbedeutend mit einer Steigerung der Schwebfähigkeit ist, worauf die Natur bei allen planktonischen Tier- und Pflanzenformen, soweit wir das beurteilen können, hinzuwirken scheint.

Es ist von besonderem Interesse, hier noch in Erwähnung zu bringen, daß Bythotrephes ganz zufällig dadurch entdeckt wurde, daß Professor v. Leydig auf den Gedanken kam, zu untersuchen, was wohl die Nahrung der Blaufelchen im Bodensee bilde. Es war im Septembermonat 1857, als der genannte Forscher eine große Menge von diesen geschätzten Fischen hinsichtlich ihres Mageninhaltes prüfte und dabei wahrnahm, daß letzterer fast ganz ausschließlich aus einer ihm bis dahin unbekannt gewesenen Krebssorte bestehe, die durch einen langen Hinterleibsstiel, kräftige Ruderarme und ein erstes Paar langer Schwimmbeine charakterisiert ist. Die Menge dieser Tierchen erwies sich als staunenswert groß, und offenbar mußten dieselben massenhaft im Bodensee vorhanden sein. Weil nun jene Fische ihren Aufenthaltsort hauptsächlich in der Tiefe haben und nur sehr selten in den oberflächlichen Wasserschichten zu finden sind, so schloß Professor v. Leydig aus diesem Umstande mit Recht, daß auch der betreffende abenteuerlich aussehende Krebs vorzugsweise bloß in den unteren Regionen des Sees vorfindlich sein werde, und demgemäß nannte er ihn „Tiefseenahrung", was im Hinblick auf die hervorragende Rolle, die derselbe bei der Ernährung der Felchen zu spielen schien, eine sehr passende Bezeichnung war.

Außer den bisher aufgezählten und geschilderten Krustazeen, die mit noch vielen anderen verwandten Spezies zusammen die Familie der Cladocera bilden, kommen in unseren Seen und Teichen auch noch die sogenannten „Hüpferlinge" oder Kopepoden vor. Diese besitzen langgestreckte Körper, ein breites Kopfbruststück (Cephalothorax), welches aus mehreren Segmenten besteht, und einen schlanken gleichfalls aus Ringen gebildeten Hinterleib mit gabelförmigen Endstück (Furca). Als Ruderwerkzeuge sind zwei lange Fühler vorhanden, welche mit zahlreichen kleinen Borsten besetzt sind. Zu diesen kommen noch fünf Beinpaare, wovon das hinterste verkümmert oder (wie bei den Männchen der Calaniden) rechtsseitig zu einem Greiforgan umgewandelt ist.

Wir unterscheiden bei den Kopepoden drei Familien: die Cyclopiden, die Calaniden und die Harpacticiden. Für das Plankton kommen aber nur die beiden ersteren in Betracht. Ausnahms-

los sind die Süßwasser-Kopepoden mit einem einzigen Auge ausgestattet, und dieser Umstand hat der artenreichen Gattung Cyclops zu ihrem Namen verholfen. Der einäugige Schmiedeknecht Vulkans ist in dieser Bezeichnung auch von seiten der Wissenschaft verewigt worden. In der Familie der Calaniden unterscheiden sich diejenigen der Cyclopiden hauptsächlich durch zwei augenfällige Merkmale: durch den kleinen, gedrungenen Körperbau und durch die kürzeren Ruder-Antennen. Während die letzteren bei den Vertretern der Gattung Cyclops 8 bis 17 Glieder besitzen, erreichen sie bei den Calaniden die Anzahl von 25. Auch tragen die Cyclopsweibchen ihre Eier in zwei divergent vom Hinterleib abstehenden Säckchen, wogegen die weiblichen Calaniden nur ein einziges solches besitzen, welches an der Unterseite des Hinterleibes zur Befestigung gelangt.

Fig. 11. Diaptomus graciloides.

Ihre bedeutungsvollste Vertretung hat die Calanidengruppe in der Gattung Diaptomus (Fig. 11), wovon es mehr als 60 Arten gibt. Die Genera Heterocope und Eurytemora bleiben dagegen sehr zurück. Der umstehend abgebildete D. graciloides Sars. ist ein Hauptbestandteil des Planktons in den norddeutschen Seebecken. Wie alle übrigen Repräsentanten seiner Sippe, so ist auch er ein virtuoser Schwimmer. Die blitzartig schnelle Fortbewegung im Wasser geschieht ausschließlich durch die muskelkräftigen Ruderfühler, während das weit seltener zu beobachtende langsamere Fortgleiten des Tierchens durch das vibrierende Spiel der Mundwerkzeuge bewirkt wird, dessen Zweck gleichzeitig die Herbeiführung von Nahrungskörperchen ist. Zu letzteren gehören namentlich die zahlreichen planktonischen Kieselalgen (Diatomeen), und von diesen sind es wieder die kleinen rundlichen Formen (Cyclotellen), welche eine Lieblingsspeise der Diaptomiden und Cyclopiden bilden. Es

ist mir schon vor Jahren gelungen, an stark aufgehellten Präparaten von Diaptomus- und Cyclops-Exemplaren die zierlichen Schalen solcher Algen (und deren Fragmente) durch direkte mikroskopische Beobachtung im Darmkanal jener Tierchen nachzuweisen. Im Gegensatz zu den Kopepoden leben die Daphniden und Bosminiden des Planktons vorwiegend von frischen und absterbenden Grünalgen, oder wenn sie diese nicht haben können, von den in Verwesung übergegangenen Resten der niederen und höheren Wasserflora, die sich als sogenannter „Mulm" am Grunde von größeren Seebecken ablagern. Der oft tiefschwarz gefärbte Darminhalt der Bosminiden zeigt unwidersprechlich an, daß diese winzigen Krebse zuweilen auch in der Tiefe auf Nahrungserwerb ausgehen und dort noch alles für den Aufbau ihres Körpers Verwertbare sich einverleiben.

Wenn man die kleinen, eiförmigen Kotballen der Cyclopiden und Calaniden vorsichtig auf dem Objektträger durch seitliche Verschiebung des Deckglases (und unter Anwendung eines leichten Druckes) in einer Ebene ausbreitet, so entdeckt man bei der mikroskopischen Untersuchung derselben zwischen den verfilzten Resten der Fadenalgen eine außerordentlich große Menge von Diatomeenpanzern. Nach einer Analyse des Kieler Zoologen E. Brandt[1]) besteht der Protoplasmakörper der Diatomeen zu 28,7 % aus Eiweiß, zu 63,2 % aus Kohlehydraten und zu 8 % aus Fetten. Es erklärt sich aus diesem chemischen Befunde ihre große Geeignetheit für die Ernährung niederer Tierwesen. Meine Erfahrungen darüber, daß sich die Kopepoden mit Vorliebe von Diatomeen ernähren, habe ich nicht bloß am Plöner See und dessen Nachbarbecken gemacht, sondern auch an Krustazeenmaterial, welches den mecklenburgischen, pommerschen und westpreußischen Seen entstammt. Überall zeigte sich das gleiche Verhalten. Zerdrückt man in vorsichtiger Weise einen lebenden Cyclops oder Diaptomus und sieht sich den Darminhalt desselben bei stärkerer Vergrößerung näher an, so scheint es, als ob die darin vorfindlichen Kieselalgen meistenteils solche seien, die in schon abgestorbenem Zustande aufgenommen wurden. Man kann dies mit großer Wahrscheinlichkeit aus deren stark verfärbten und nicht mehr goldigfrisch aussehenden Chromatophoren (Farbstoffplatten) schließen. Danach würde man sich die Ansicht bilden können, daß die genannten Krebse im Natur-

1) Vgl. G. Karsten: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen in der Kieler Bucht. 1899.

haushalte unserer Binnenseen das Amt übertragen erhalten hätten, die sonst für die Ernährung der Fauna völlig verloren gehenden, absterbenden Diatomeen wieder in den Kreislauf der Stoffwanderung zu bringen, der sie sonst durch ihr allmählich stattfindendes Niedersinken auf den Grund endgültig entzogen werden würden. Die winzigen Larven der Kopepoden (die Nauplien) nehmen jedoch, nach meiner Beobachtung, niemals Kieselalgen als Nahrung auf, wohl aber die kleinsten grünen Pflanzenwesen des Planktons im frischen Zustande. Sind in irgendeinem See solche Algenspezies einigermaßen häufig vorhanden, so wird man stets im Innern des Magendarms der Kopepodenlarven vegetabilische Zellindividuen verschiedenster Art konstatieren können.

Hinsichtlich der planktonischen Cladoceren (Hyalodaphnia, Daphnella, Bosmina) wurde bereits erwähnt, daß für sie die kleinen grünen Schwebalgen ebenfalls eine ergiebige Nahrungsquelle bilden. Genaue Darminhaltsanalysen haben auch bezüglich dieser Krustazeengattungen die Tatsache ergeben, daß sie hauptsächlich nur vegetabilische Objekte zu sich nehmen. Es verrät sich diese Ernährungsweise schon gleich durch die hellgrüne Färbung des gesamten Darmkontentums, welche immer dann am auffälligsten bei allen Individuen der obengenannten Krebstiergruppen ist, wenn gerade solche Algen in großer Menge den betreffenden See bevölkern. Doch kommen gelegentlich auch Diatomeensplitter in den ausgestoßenen Fäkalien von Cladoceren vor, machen aber durch den geringen Prozentsatz ihrer Anwesenheit nicht den Eindruck, als ob sie besonders gern aufgenommene Nahrungsgegenstände seien. Sehr wahrscheinlich sind sie mehr zufällig mit eingeschluckte Beimischungen, auf deren Erbeutung bei der Nahrungsaufnahme es gar nicht ausdrücklich abgesehen war. Was das Richtige ist, läßt sich schwer entscheiden; zunächst können wir aber den Befund, wie er uns vor Augen liegt, nicht anders deuten.

Des kohlschwarzen Darminhalts, der zu manchen Zeiten bei Bosminen zu beobachten ist, wurde bereits gedacht. Einen ähnlich dunklen Futterbrei finden wir häufig auch bei dem gewöhnlichen Wasserfloh der größeren Pfützen und Viehtränken (Daphnia pulex) und bei anderen schlecht schwimmenden Cladoceren, welche nur die kleineren Wasseransammlungen (aber dann massenhaft) bewohnen. Hier ist der Tatbestand so zu erklären, daß diese Krebse in ihren Heimstätten meist nur wenig flottierende Grünalgen und fast gar keine Diatomeen antreffen, so daß sie genötigt sind, ihren Hunger

mittels der auf dem Grunde sich absetzenden, halb vermoderten organischen Reste zu stillen, die fast stets von tiefbrauner oder schwärzlicher Färbung — infolge ihrer langsamen Verkohlung unter Wasser — sind.

Im Anschluß hieran wäre wohl auch noch ein Wort in betreff der in der Fischereiwirtschaft üblichen Teichdüngung zu sagen, welche erfahrungsgemäß dazu beiträgt, daß sich die kleinen Krebstiere, welche bekanntermaßen das Naturfutter der heranwachsenden jungen Fische bilden, in den zu Zwecken der Fischzucht aufgestauten Gewässern lebhaft vermehren. Dies ist eine Tatsache, welche von niemand mehr bestritten wird, und sie findet ihre natürliche Erklärung durch den Umstand, daß die von den höheren Organismen ausgeschiedenen Fäkalmassen (also der Dung von Schweinen, Rindern, Pferden und Menschen) noch eine Fülle von Nahrungsstoffen in halbverdauter und der weiteren Zersetzung im Wasser leicht zugänglicher Form enthalten, welche von der niederen Fauna, insbesondere von den Krustern des Teichplanktons leicht aufgenommen und assimiliert werden können. In ähnlicher Weise wirkt auch die sogenannte Gründüngung der Teichböden, indem man letztere während der Sömmerung (d. h. Trockenlage) mit einer schnell wachsenden Vegetation sich bedecken läßt, welche dann vor der neuen Bespannung direkt untergepflügt wird. Nicht minder ist es angängig, durch eingestreutes Blut- oder Kadavermehl der Produktion zahlreicher planktonischer Krustazeen Vorschub zu leisten. Hierauf beruhen die in der neuzeitlichen Teichwirtschaft vielfach vorgenommenen Meliorationen, welche in rationellster Weise zuerst von dem berühmten Reformator der böhmischen Karpfenzucht Domänendirektor Josef Susta zu Wittingau in die Praxis eingeführt und zum Teil auch schon damals wissenschaftlich begründet wurden.

Bei manchen großen Seebecken dürften auch die zahlreich daselbst vorkommenden Möwen mit zu den Nahrungsquellen der mikroskopischen Wassertiere zu rechnen sein, insofern diese Vögel ihren Kot während des Umherfliegens doch meist ins Wasser fallen lassen. Wenn man nun bedenkt, daß auf den Inseln mancher Landseen 10000 bis 20000 Stück von Möwen (Larus ridibundus) nisten, so ist die Fäkalienproduktion derselben während des Jahreslaufs gewiß nicht gering anzuschlagen. Der Cunitzer See bei Liegnitz in Schlesien ist äußerst reich an Möven, und man schätzt dieselben dort auf 12000 bis 15000 Individuen. Es ist darum nicht zu bezweifeln, daß der Plankton- und Fischreichtum dieses

weit und breit geschätzten Gewässers mit auf Rechnung der so zahlreich dort vorfindlichen Wasservögel zu setzen ist.

In neuerer Zeit (1909) ist von einem angesehenen Forscher (A. Pütter) der Beweis zu führen versucht worden, daß die Wassertiere sich nur zum kleinsten Teile von festen Stoffen ernähren und daß das Hauptquantum ihrer Nahrung in den gelösten chemischen Verbindungen bestehe, welche in jedem Gewässer anzutreffen sind. Spezielle Untersuchungen haben ergeben, daß etwa 10 bis 20 Milligramm solcher Verbindungen pro Liter in unseren Teichen und Seebecken vorhanden sind. Hieraus würde sich dann erklären, daß — wie Knörrich schon 1901 gezeigt hat — Daphnien bei Ausschluß aller geformten Nahrung am Leben erhalten werden und sich fortpflanzen können. Nicht minder ist von Krätzschmar (1908) festgestellt worden, daß gewisse Rädertiere (Anuraea aculeata) bei völlig mangelnder Speisung mit Algen doch am Leben blieben und sogar Eier produzierten. Solche Befunde bleiben vollkommen rätselhaft, wenn man nicht annimmt, daß derartige Wesen sich von im Wasser gelösten Substanzen ernähren. Hiernach können wir also sagen, daß eine sehr große Wahrscheinlichkeit für die Püttersche Theorie vorliegt; immerhin muß aber noch der einwandfreie Beweis geführt werden, daß die Tatsachen, auf welche der Göttinger Forscher sich stützt, unanfechtbar richtig sind. Pütter faßt in seiner Aufsehen erregenden Publikation[1]) das, worum es sich bei seinen Forschungen handelt, in folgendem Satze zusammen: „Die Ernährung eines großen Teils der Formen aller Stämme (von Wassertieren) vollzieht sich nicht in der Weise, wie man es bisher in grober Analogie mit den Säugetieren und Vögeln annahm: d. h. daß geformte Nahrung aufgenommen, durch die Verdauung gelöst und gespalten und in diesem Zustande resorbiert wird, sondern eine große Anzahl von Tieren speziell die absolut kleinen Formen aller Stämme nehmen, soweit sie im Wasser leben, ihre Nahrung direkt in gelöster Form auf."

Für die hydrobiologische Wissenschaft ist es selbstredend vom aktuellsten Interesse, auf dem Wege des Experiments dahinter zu kommen, ob eine Ernährung dieser Art bei der Mehrzahl der im Wasser lebenden Tiere wirklich stattfindet, und welche Arten von Meeres- oder Süßwasserbewohnern es sind, die in ihrem Verhalten weitere Stützpunkte für die neue Lehre darbieten.

1) A. Pütter: Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. 1909. S. 147.

V. Über das Verhalten der Planktonkrebse zum Lichte.

Fischt man bei grellem Sonnenschein mit dem feinen Netz die oberflächlichen Wasserschichten eines Sees ab, so wird man alsbald die Wahrnehmung machen, daß man an Krebstieren so gut wie nichts erbeutet. Wiederholt man aber den Fangversuch am Spätnachmittage oder bei Einbruch der Dämmerung, so kann man meist eine reiche Ernte halten und sehr viel Kruster ins Netz bekommen. Und ganz besonders reichlich wird der Fang ausfallen, wenn man spät in der Nacht fischt, wo die Sonne tief unter dem Horizonte steht. Hieraus ergibt sich, daß alle jenen kleinen Krebse lichtscheu sind oder daß sie, wie der in der Wissenschaft dafür übliche Ausdruck lautet, sich negativ heliotropisch verhalten.

Am Genfer See konstatierte ich, daß dort die Wasserschichten von 30 bis 40 m Tiefe um 3 Uhr nachmittags noch fast völlig leer an Kopepoden waren. Am Lago Maggiore und am Gardasee machte ich später ganz dieselbe Beobachtung, insofern ich vormittags und in den ersten Stunden nach Mittag erst dann einige Planktonkrebschen auffischte, wenn ich das Netz in Tiefen über 25 m hinabließ. In den norddeutschen Seebecken ist diese Lichtscheu (Photophobie) der erwähnten Tierchen nicht so deutlich ausgesprochen; doch kann man auch hier bemerken, daß die Krusterbevölkerung sich tagsüber keineswegs dicht unter dem Seespiegel befindet, sondern den Aufenthalt in einer Tiefe von 6 bis 8 m bevorzugt. Dieses geringere Bestreben, sich von der Oberfläche zu entfernen, scheint in letzterem Falle daher zu rühren, daß unsere baltischen Seen (namentlich während des Sommers) viel algenreicher sind als die schweizerischen und oberitalienischen, so daß durch die reiche planktonische Algenvegetation eine starke Trübung (mit Gelb- oder Grünfärbung des Wassers) hervorgerufen wird. Als Folge hiervon ergibt sich, daß die von oben hereinfallenden Lichtstrahlen teils absorbiert, teils reflektiert werden und schon in geringer Tiefe viel von ihrer Helligkeit einbüßen. Dadurch wird es den die starke Beleuchtung fliehenden Krustern ermöglicht, schon bei wenigen Metern Tiefe die ihnen zusagende Dämpfung des Sonnenlichtes anzutreffen.

Über die Tatsache, daß in großen Seebecken ein nächtliches Aufsteigen der Krebstierchen stattfindet, hatten schon vor vielen Jahren einige Naturforscher berichtet, namentlich F. A. Forel und A. Weis-

mann. Letzterer beschreibt seine Wahrnehmung wie folgt,[1]) nachdem er davon gesprochen hat, daß der helle Tag die Kruster von der Oberfläche verscheuche: „Ich fischte nun" — so erzählt er — „in einer ruhigen dunklen Nacht. Nach jedem Netzzug spülte ich dessen Inhalt in ein Glas und betrachtete dieses bei der Rückkehr ans Land und zum Licht. Statt einiger Tierchen, die ich erwartet hatte, fand ich das Wasser mit Tausenden davon erfüllt; es sah milchig trüb aus von der Masse kleiner Organismen, die es enthielt. Das hüpfte, stieß und flog durcheinander, daß man schwindlig wurde beim Hineinschauen in die wirbelnden Scharen." Eine derartig frappante Erscheinung im holsteinischen Seengebiete nachzuweisen, war bis 1904 weder mir noch anderen, die dieser Frage näher getreten waren, gelungen. Aber angeregt durch meine Wahrnehmungen im Süden, nahm ich das Problem in Gemeinschaft mit Dr. F. Ruttner (Prag) aufs neue in Angriff und unter Anwendung einer exakteren Art der Untersuchung, die darin bestand, zu verschiedenen Nachtstunden mit einem Litermaße bestimmte Wassermengen dicht unter der Oberfläche zu schöpfen und deren Gehalt an Krebstieren durch Zählung ziffermäßig zu bestimmen, erhielten wir Ergebnisse, welche einen genauen Vergleich mit den am hellen Tage geschöpften Wasserquantitäten ermöglichten. Als Frucht dieser viele Wochen lang fortgesetzten Ermittelungen stellte sich als unzweifelhaft das interessante Faktum heraus, daß das von vertrauenswürdigen älteren Beobachtern gemeldete nächtliche Aufsteigen der Planktonkrustazeen auch bei uns im Norden stattfindet und daß es bereits mit Einbruch der Abenddämmerung seinen Anfang nimmt. Es erreicht, wie Ruttner durch seine Zählungen feststellte, zwischen 10 und 11 Uhr nachts sein Maximum, welches stundenlang andauert, geht um 3 Uhr morgens allgemach zurück und endigt um 6 Uhr in der Frühe. Doch ist bis 9 Uhr vormittags noch ein Nachklang dieser vertikal auf- und absteigenden Wanderung in der Weise zu verspüren, daß dann immer noch vereinzelte Kopepoden in den obersten Wasserschichten zu finden sind. Der Unterschied der Kopepodenmenge an der Oberfläche beträgt aber nachts etwa das Zwanzigfache von derjenigen, welche am Tage durch das gleiche Verfahren erbeutet werden können.

Hinsichtlich der schweizerischen Seen hat G. Burckhardt[2])

1) A. Weismann: Das Tierleben im Bodensee. Lindau 1877.

2) Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees. 1900.

schon in den Jahren 1898 bis 1899 recht eingehende Untersuchungen über die dort stattfindenden Wanderungen der Krebstiere angestellt, und er resumiert seine Beobachtungen wie folgt: „Die Tiefe, bis zu welcher die Organismen hinabsinken, verändert sich sehr genau proportional dem Quantum des in den See eindringenden Lichtes. Am Mittag, wo die Sonne am höchsten steht, ist an klaren Tagen die Fluchttiefe am größten. Im hohen Grade hängt die Intensität der Flucht auch vom Stande der Witterung ab: an sehr trüben, regnerischen und an Tagen mit der für unsere Gegend charakteristischen Nebelbedeckung ist sie am geringsten. Einen ziemlich großen Einfluß scheint auch die Jahreszeit auszuüben durch die verschiedene Stellung der Sonne. Naturgemäß wird im Mittsommer das direkte Sonnenlicht weit tiefer ins Wasser eindringen, als wenn die Sonne auch um Mittag nur 19° über dem Horizonte steht. Am wichtigsten erscheint uns endlich der Nachweis, daß sich bei gleicher Beleuchtung der Seefläche die verschiedenen Becken je nach der Trübung ihres Wassers verschieden verhalten." Soweit Burckhardt.

Durch F. Ruttner sind alle diese Befunde am Gr. Plöner See bestätigt worden, und damit ist die lange schwebend gewesene Frage nach dem nächtlichen Gebaren der Krustazeenfauna in unseren nördlichen Seen endgültig klargestellt und gelöst.[1]) Besonders erwähnenswert ist noch, daß im Gegensatz zu den erwachsenen Individuen die Larven der Kopepoden keine Nachtwanderung zeigen. Auch bei den Hyalodaphnien (Fig. 3) und bei gewissen Arten von Bosmina (Fig. 5) war das vertikale Auf- und Abwärtssteigen nicht so scharf ausgeprägt wie bei Leptodora, den Calaniden und den Cyklopiden.

Angesichts dieser eigenartigen Tatsache des periodischen Niedertauchens und Wiederaufsteigens können wir schließlich auch noch die Frage aufwerfen, was eine solche Lebensgewohnheit wohl für einen Nutzen für jene Tierchen haben möge. Wissen wir doch, daß in der Natur nichts eigentlich Zweckloses zur Ausbildung gelangt, und dementsprechend dürfen wir auch irgend etwas für die planktonischen Kruster selbst Nützliches hinter jener Veranstaltung der nächtlichen Wanderungen vermuten. Und da scheint es eine annehmbare Erklärung für jene oszillatorische Bewegung der Tier-

1) F. Ruttner: Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten usw. Plön. Forschungsberichte. XII. Bd. S. 35—62.

chen zu sein, daß dieselbe die letzteren in den Stand setze, ohne Unterbrechung Nahrung aufzunehmen und zugleich alle ihnen überhaupt zugänglichen Wasserschichten nach Nahrung abzusuchen. Nehmen wir (mit Weismann) an, daß die Krebschen immer in derselben Tiefe, welche sie bei Tage zu ihrem Aufenthalt wählen, bleiben sollten, so würden sie während der Nacht sich in absoluter Finsternis befinden, also unfähig sein, die in der großen Wassermenge zerstreuten Nahrungskörperchen mit dem Auge zu suchen. Die ganze Nacht hindurch müßten sie demnach mit dem Fressen pausieren, was freilich, vom Standpunkte des Menschen aus beurteilt, nicht mehr als recht und billig wäre. Aber bei so kurzlebigen und dabei doch so außerordentlich fruchtbaren Organismen würde dies ein großer Verlust, bzw. ein beträchtliches Hemmnis der raschen Vermehrung bedeuten. Das Gleiche müßte selbstverständlich eintreten, wenn die Tiere stets an der Oberfläche blieben, denn dann müßte ihr Auge für das hellste Tageslicht eingerichtet sein und das schwache Licht der Nacht wäre nicht mehr ausreichend, um ihnen ein scharfes Sehen zu ermöglichen; sie müßten also auch bei solcher Sachlage nachts mit dem Fressen einhalten. Dadurch aber, daß ihr Auge für die Wahrnehmung von Gegenständen bei sehr geringer Lichtmenge eingerichtet ist, werden sie befähigt, bei Tage die Tiefe und bei Nacht die Oberfläche nach Nahrung abzuweiden. Sie werden dadurch also nicht nur des Vorteils teilhaftig, ohne jede Pause ihrer Ernährung nachgehen zu können, sondern letztere ist nun auch um so reichlicher. Das Gebiet, welches ihnen zur Abgrasung — um diesen bildlichen Ausdruck zu gebrauchen — sich eröffnet, ist 20 bis 25 m tief, und sie steigen, vom Sinken der Sonne an, ganz allmählich aufwärts — entsprechend der immer mehr zunehmenden Dunkelheit. Wenn wir die täglichen Wanderungen der Krustazeen von diesem Gesichtspunkte aus betrachten, so läßt sich deren Zweckmäßigkeit nicht verkennen, und wir können wieder einmal den ungemeinen Reichtum an Mitteln bewundern, durch welche die Natur ihre Absichten, wenn man so sagen darf, erreicht. Den modernen Anschauungen entspricht es aber mehr, wenn wir weder von Zielen noch Absichten sprechen, sondern den beliebten Ausdruck „Mechanismus" anwenden und über diesen unser Erstaunen kundgeben, indem wir uns zum Bewußtsein bringen, daß jede Lebensform — mag sie groß oder winzig sein — sich auf das genaueste denjenigen Lebensbedingungen anzupassen vermag, die für ihre Erhaltung am günstigsten sind.

Trotzdem scheint das Bedürfnis und der Trieb zur Ausführung von vertikalen Wanderungen bei den Krebstieren im höchsten Norden Europas zu fehlen. Dies haben wenigstens verschiedene skandinavische Beobachter behauptet, und neuerdings hat ein jüngerer Spezialforscher auf dem Gebiete der Süßwasserbiologie, der Schwede Sven Ekman, deren Angaben bestätigt.

Zum Schluß dieses Kapitels sei noch ein Versuch erwähnt, den man anstellen kann, um sich das Verhalten der kleinen Planktonkrebse zum Lichte experimentell vor Augen zu führen. Wenn man nämlich planktonische Kopepoden oder Daphniden frisch gefangen und lebenskräftig in ein sehr langes, mit Wasser gefülltes Zylinderglas übersiedelt und die untere Hälfte des letzteren mit schwarzem Papier umhüllt, so ziehen sich die Tierchen ziemlich bald in diesen Teil des Behälters zurück, während die gleichfals mit erbeuteten Schwebalgen oben in der beleuchteten Hälfte des Zylinders verbleiben. Ändert man das Experiment in der Weise ab, daß man die obere Hälfte des Glases verdunkelt, so bleiben nun die Krebschen hier, und es kommt ihnen gar nicht bei, sich in den unteren Teil hinabzubegeben. Hauptbedingung für das Gelingen dieses Versuchs, welcher die Lichtscheu dieser Mitglieder des Plankton aufs klarste erweist, ist aber die Benutzung von vollkommen frischem Material in Gestalt von soeben ihrer natürlichen Heimat entnommenen Cyklopiden, Calaniden oder Hyalodaphniden. Sind die Krebschen auch nur seit einer halben Stunde im Laboratorium gewesen, wo das Wasser, in dem sie sich befinden, rasch seinen Sauerstoff verliert, so mißglückt der Versuch unfehlbar, und es tritt die zu beobachtende Wanderung ganz bestimmt nicht ein.

VI. Faunistisch-tiergeographische Ermittelungen bezüglich der lakustrischen Krebsfauna.

Beschränkt man sich mit den Untersuchungen, welche die Organismenwelt des Süßwassers betreffen, auf ein einziges Gebiet, so scheinen sich keinerlei biologische Gesetzmäßigkeiten aus derartigen Studien abstrahieren zu lassen, sondern es gewinnt den Anschein, als ob alle diese kleinen Wesen (und namentlich die Kruster) durch die bloße Laune des Zufalls über die Gewässer verteilt worden seien. Irgendwelche Gesetze der Verbreitung und des Auftretens der einzelnen Arten an bestimmten Örtlichkeiten scheinen sich aus den bisherigen Beobachtungen nicht zu ergeben

Nur das eine trat mit einiger Deutlichkeit hervor, daß in hochgelegenen Wasseransammlungen (Bergseen) nicht alle jene Spezies, die in den Gewässern ebener Gegenden vorkommen, vorzufinden sind. Man erklärte sich das aus dem größeren oder geringeren Wärmebedürfnis der einzelnen Arten, was dann für den Aufenthaltsort derselben maßgebend wäre.

Aber der schwedische Forscher Sven Ekman hat uns auch hinsichtlich dieser Fragen ein Stück weiter gebracht, indem er mehrere Jahre hindurch (1899—1903) eine umfassende Untersuchung über die Krebsfauna der Seebecken im nordschwedischen Hochgebirge anstellte. Hierbei kam er zu recht bemerkenswerten Ergebnissen, über die ich hier kurz berichten will. Das hauptsächlichste Forschungsfeld für Ekman waren die Sarekgebirge im nördlichen Skandinavien. Dieses Gebiet ist etwa 2000 qkm groß und besitzt 20 Gipfel, die um 400 m höher sind als die Schneekoppe in unserem Riesengebirge. In demselben Bezirk zählt man gegen 100 Gletscher und zahlreiche stehende Gewässer, von denen eine große Menge befischt wurde. Man unterscheidet in jenem Gebirge 1. die Birkenregion, welche von geringer vertikaler Ausbreitung ist (80 bis 100 m); dann 2. die Grauweidenregion (950 bis 1000 m) und 3. die Flechtenregion, welche sehr rauhe Temperaturverhältnisse darbietet und nur noch bis 1400 m Gewässer enthält, die von Schmelzwasser gespeist werden. Mehrere dieser kleinen Becken sind während des Jahres nur anderthalb Monate lang eisfrei. Die Explorationen Sven Ekmans erstreckten sich daher vorwiegend auf Seen und Tümpel der erstgenannten beiden Regionen, wo dieselben wenigstens 2 bis 3 Monate lang vom Eise verschont bleiben. Der Hauptgegenstand der dort ausgeführten Untersuchungen war die Krebstierwelt jener Hochseen. Ekman wies im ganzen das Vorkommen von 49 Arten nach, worunter, als für die Wissenschaft brauchbar, sich nur zwei bisher nicht beschriebene Varietäten von Daphnia longispina und eine gleichfalls nicht bekannt gewesene Kopepodenform (Canthocamptus Schmeili, var. lapponica) befanden. Dazu ergaben sich noch fünf zwar bisher schon anderwärts konstatierte, aber doch für Schweden neue Krustazeen. Der Schwerpunkt dieser Ekmanschen Forschungen liegt aber nicht in der Auffindung einiger neuer Spezies oder Varietäten, sondern in der faunistisch-tiergeographischen Vergleichung des nordschwedischen Entomostrakenbestandes mit demjenigen anderer Gebiete. Es stellte sich bei jenem höchst dankenswerten Studium in der freien Natur nämlich heraus, daß ein Teil der nordischen

Krebsfauna aus stenothermen Kaltwassertieren besteht, d. h. aus solchen, die nur ganz bestimmte niedrige Temperaturen vertragen können, sonst aber zugrunde gehen müssen. Das sind aber nur wenige Formen. Die Mehrzahl der Hochgebirgs-Entomostraken sind eurytherm, d. h. sie können sowohl in wärmeren wie in kälteren Gegenden ausdauern. In Südschweden gibt es aber eine dritte Gruppe, die ausschließlich nur in hochtemperierten Wasserbecken lebt, und diese bezeichnet Ekman als stenotherme Warmwassertiere. Diese Gruppe ist dementsprechend in den Hochgebirgen nicht vertreten. Eine namentliche Aufzählung derselben würde hier keinen Zweck haben; wohl aber dürfte die Leserschaft Interesse an dem Gesamtergebnis dieser Forschungen nehmen, welches sich wie folgt resumieren läßt: dem südlichen Schweden gegenüber zeichnen sich die nordschwedischen Hochgebirge dadurch aus, daß sie drei Gattungen, sieben Arten und sechs Varietäten besitzen, die in den erstgenannten Gegenden völlig vermißt werden, und daß acht Arten und vier Varietäten ziemlich häufig vorkommen, wogegen zwanzig Gattungen und die Mehrzahl der in Südschweden lebenden Spezies überhaupt fehlen.

Besonders interessant ist aber der weitere Vergleich mit den mitteleuropäischen Hochgebirgen. Unter letzteren sind die Schweizer Alpen und die hohe Tatra zu verstehen. Hier sind von den betreffenden Tieren 66 Arten vorgefunden worden; in den nordschwedischen Hochgebirgen deren 49. Was speziell die Daphnien betrifft, so kommen in den Alpen 24, in den Gebirgen Nordschwedens 29 Arten vor. Die Übereinstimmung ist hiernach immerhin eine weitgehende. Natürlich sind in den Schweizer Alpen sowohl wie auch in der Tatra einige Formen anzutreffen, welche als endemische (d. h. nur hier vorkommende) betrachtet werden müssen. Mehrere solcher Formen besitzt aber auch der skandinavische Norden.

Nach F. Zschokke (Basel), der die Tierwelt der Räthikonseen, welche hoch im Gebirge zwischen Graubünden und Vorarlberg liegen, sehr eingehend untersucht hat, ist die Fauna der Hochgebirgsbecken aus zweierlei Elementen zusammengesetzt. Dies sind erstens weitverbreitete, widerstandsfähige und sehr verschiedenen Bedingungen sich anpassende Organismen; zweitens aber stenotherme Kaltwasserbewohner (siehe oben) mit engbegrenztem Verbreitungsbezirke. Sie sind dem hohen Norden und dem mitteleuropäischen Hochgebirge gemeinsam. Sie sind ihrer jetzigen Ver-

breitung und ihrem gegenwärtigen Aufenthaltsorte nach als Überreste der Fauna glazialer und nachglazialer Zeiten zu betrachten. Charakterisiert werden Vertreter dieser Gruppe (nach Ekmann) durch folgende Arten des Vorkommens: 1. durch den Aufenthalt im Wasser von konstant niederer Temperatur; 2. dadurch, daß sie in Gewässern des Hochgebirges und gleichzeitig in denen des hohen Nordens anzutreffen sind; 3. daß sie auch in isoliert gelegenen kalten Gewässern der Ebene und der Mittelgebirge gefunden werden; 4. daß sie in der Ebene die Tiefe der Gewässer und in Hochgebirgsseen das Ufer bevorzugen, und 5. können auch solche Tiere als Überbleibsel (Relikte) aus der Eiszeit angesehen werden, welche in der Ebene weit verbreitet sind und dort ihre Fortpflanzungszeit auf den Winter verlegt haben, während im Gebirge und im Norden die Epoche ihrer regsten Vermehrung in den Sommer fällt. Auf Grund einer genauen Untersuchung der biologischen Eigentümlichkeiten mancher Krebsspezies kommt nun Ekman dazu, in sehr überzeugender Weise die Nachwirkungen der Eiszeit auf die Fauna Nord- und Mitteleuropas festzustellen. Dieselben äußern sich — wie er hervorhebt — nicht bloß in der geographischen Verbreitung gewisser Krustazeen, sondern auch in einer jetzt unter unseren Augen sich vollziehenden Herausbildung neuer Arten, Varietäten und biologischer Rassen. Die Beweise dafür muß man aber aus der Ekmanschen Abhandlung selbst schöpfen.[1]) Es sei hier nur ausgesprochen, daß dazu namentlich genaue systematische Untersuchungen an Daphnia longispina, Polyphemus pediculus und Bythotrephes longimanus (Fig. 9) das überzeugende Material lieferten, welches in Verbindung mit der Beobachtung eines abweichenden biologischen Verhaltens überraschende Resultate ergaben, die als eine erhebliche Bereicherung unseres tiergeographischen Kenntnisschatzes anzusehen sind.

Hierbei möchte ich, als zur Sache gehörig, nicht zu erwähnen unterlassen, daß ich in den achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts (1884) bei einer Exploration der in etwa 1200 m überm Meer gelegenen Hochseen des Riesengebirges einen Plattwurm, und zwar den Repräsentanten einer sonst nur im Meere vorkommenden Gattung (Monotus) auffand, der diese sehr niedrig temperierten Becken in großer Anzahl bewohnt, und zwar als Mitglied der Uferfauna. Da nun dieses Genus erwiesenermaßen in den nor-

1) S. Ekman: Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Kopepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrb. XXI. Bd. 1904.

dischen Meeren zu Hause ist, so schloß ich schon damals daraus, daß er aus seiner neptunischen Heimat zuerst in Brackwassertümpel und dann weiter in die nachglazialen Schmelzwasseransammlungen geraten sein müsse, von wo er gelegentlich — dank des Besitzes von sehr hartschaligen Eiern — durch passive Wanderung bis in jene kalten Gebirgsteiche gelangt sei, in denen er bis auf den heutigen Tag noch existiert, weil er daselbst eiszeitliche Temperatur- und andere ihm zusagende Lebensverhältnisse vorfindet. In den Gewässern der Ebene fehlt dieses Tier gänzlich, aber man hat es auch in den subalpinen Seebecken der Schweiz gefunden und nicht minder im Peipussee Rußlands. In denselben Riesengebirgshochseen fand ich auch Planaria alpina in Menge vor, in welcher man neuerdings ebenfalls ein Relikt der postglazialen Fauna erkannt hat. In dem mächtigern der beiden Riesengebirgsseen konstatierte ich auch die Anwesenheit von Polyphemus in so stattlichen Exemplaren, daß die Weibchen davon fast doppelt so groß waren als diejenigen, welche man in den wärmeren Gewässern der Ebene anzutreffen pflegt. Bei wiederholten Exkursionen an dieselben Gebirgsteiche (1895 und 1896) konnte ich immer wieder den gleichen Befund registrieren. Somit haben auch in diesen Fällen tiergeographische Fakta und die Beobachtung biologischer Eigentümlichkeiten zu ähnlichen Schlüssen geführt, wie sie jetzt Sven Ekman aus der Verbreitung und den Lebenseigentümlichkeiten gewisser Gattungen und Arten der Krustazeenfauna zu ziehen sich veranlaßt gesehen hat.

VII. Die Rädertiere des Planktons.

Der Name „Rädertiere" oder Rotatorien schreibt sich davon her, daß die betreffenden Wesen an ihrem Kopfende mit einem Wimperapparate versehen sind, dessen Tätigkeit bei oberflächlicher Beobachtung den Eindruck macht, als sei ein kleines Rad in schnelle Drehung versetzt und diene seinen Trägern zur Fortbewegung im Wasser oder zur Herbeistrudelung von Nahrungsteilchen. Bei genauerem Zusehen aber, und namentlich dann, wenn wir die lebenden Objekte in ein dichteres Medium (wie flüssige Gelatine oder Quittenschleim) bringen, zeigt es sich sofort, daß wir es in dem vermeintlichen Rade mit Wimperbüscheln oder Wimperkränzen zu tun haben, die bei den verschiedenen Gattungen und Arten mannigfaltig in ihrer Anordnung abändern.

Ihrer systematischen Stellung nach gehören die Rädertiere zu den Würmern; darauf deuten alle Einzelheiten ihrer Organisation hin, und es ist daher nicht recht begreiflich, wie der berühmte Naturforscher Chr. Gottfried Ehrenberg seinerzeit (1838) dazu kommen konnte, sie zu den Infusorien zu stellen. Es gibt mehrere hundert Spezies von Rotatorien, aber nur eine geringe Anzahl derselben hat sich dem Leben im freien Wasser angepaßt. Wir werden uns mit der körperlichen Einrichtung dieser Wesen am schnellsten bekannt machen, wenn wir einen Vertreter des Genus Asplanchna unter Mikroskop bringen. Diese Art hat die Gestalt einer bauchigen Flasche und ist auch so hell und durchsichtig wie ein gläsernes Gefäß, so daß wir alle inneren Organe genau so wie bei Leptodora hyalina (Fig. 8) erkennen und mustern können.

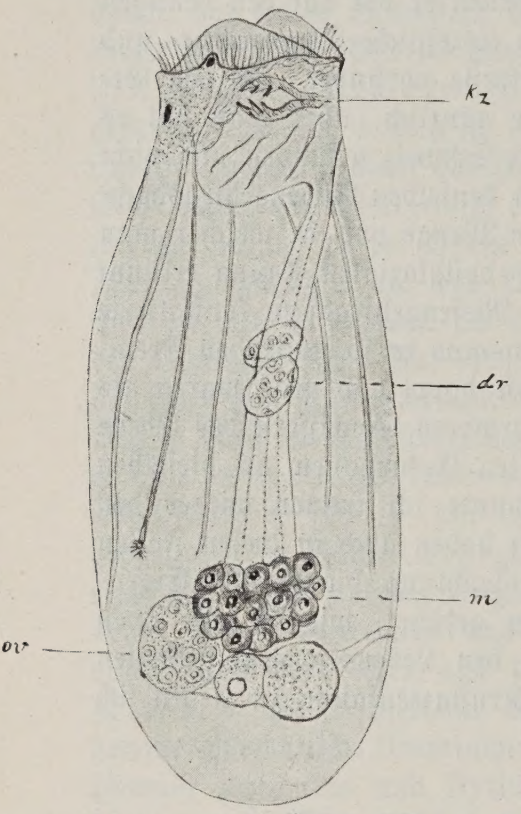

Fig. 12. Asplanchna priodonta.

Die erwachsenen Exemplare von Asplanchna sind 2 bis 2,5 mm lang und gleichen in ihrer äußeren Gestalt einem kleinen Sacke, der in der Kopfgegend etwas eingeschnürt und nach hinten zu glatt abgerundet ist. An der Stirnseite des Kopfes wölben sich zwei Höcker hervor, zwischen denen die Mundöffnung liegt. Diese führt in eine kropfähnliche Auftreibung des Schlundes, in der sich die Kauzangen (*Kz*) befinden, die in beständiger Bewegung sind. Von dort ab geht die geräumige Speiseröhre, an welcher die zwei (pankreatischen) Drüsen sitzen, die ein Verdauungsferment absondern. Dann folgt der korbähnliche Magen, der aus sehr großen Zellen besteht. Hinter oder unter dem Magen ist der Eierstock (*Ov*) gelegen. Dieser läßt seine ausgereiften Produkte in den Uterus bzw. Eileiter gelangen, der auf der ventralen Seite des Tieres nach außen mündet. In unserer Figur ist eine Asplanchna in seitlicher Ansicht (von rechts) abgebildet. Der Kopf ist von einem Wimperkranze umgeben, dessen Cilien ziemlich lang sind. An Sinnes-

organen sind drei rote Augenpunkte vorhanden, wovon einer dem Gehirn unmittelbar aufliegt, die beiden anderen aber jederseits auf einem kleinen Vorsprunge stehen. Unsere Abbildung zeigt nur das rechts gelegene Auge. Die Männchen sind bei dieser Art (wie bei den Rädertieren überhaupt) viel kleiner: höchstens 0,3 bis 0,5 mm groß. Auch treten dieselben nur zu gewissen Zeiten auf. Man findet Asplanchna priodonta im Sommer- und Herbstplankton der meisten Seen vor. Es ist ein sehr gefräßiges Tier, dessen Magen nie leer wird. Es verschlingt alles, was ihm vor den Mund kommt, namentlich Schwebdiatomeen und mit großer Vorliebe auch kleinere Rotatorien.

Ein anderes, recht häufig vorkommendes Rädertier ist die in Fig. 13 dargestellte Synchaeta pectinata, ein kleines, schwimmgewandtes Geschöpf, welches Ehrenberg in seiner großen Monographie[1]) recht bezeichnend den „kammtragenden Borstenkopf" nennt. Es ist nur 0,3 mm groß, aber in der Kopfregion von ungewöhnlicher Breite. Wie aus beistehender Figur hervorgeht, besitzt es kein kontinuierliches, kranzförmig den Kopf umziehendes Räderorgan, sondern nur zwei Wimperbuckel und vier Borstenwärzchen. Zu beiden Kopfseiten befindet sich außerdem je ein ohrenartiger Anhang (Wimperohr), die beide gute Dienste als Ruder leisten, wenn sich das Tierchen im Wasser fortbewegen will. Es kommen aber auch noch andere Synchäten-Spezies im Plankton vor (S. oblonga, S. Kitina); in kleineren Wasserbecken (Teichen) ist jedoch S. pectinata die häufigste Art.

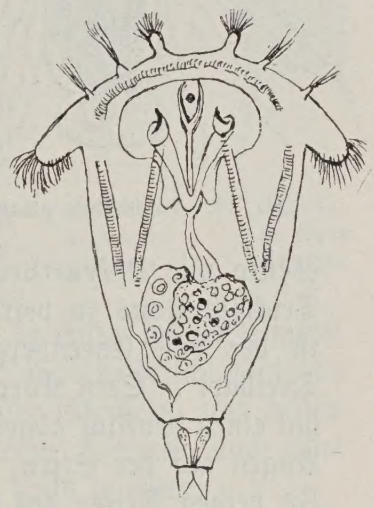

Fig. 13. Synchaeta pectinata.

Ein anderes, sehr zahlreich vorkommendes Planktonrädertier ist das „breitfingerige Flossenfischchen" (Polyarthra), welches mit Hilfe seiner beweglichen Körperanhänge, die wie gezähnelte Blätter aussehen, sich äußerst gewandt im Wasser fortzuschnellen vermag. Es besitzt jederseits drei solche Ruderwerkzeuge, die mit kräftigen Muskelsträngen in Verbindung stehen. Vorn auf dem Gehirnknoten befindet sich ein einziger roter Augenfleck. Das Weibchen trägt die abgelegten Eier in Ein- oder Zweizahl am hinteren

1) Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.

Körperende (Fig. 14), woran sie mit einem zähen Kitt befestigt sind. Jedes Ei enthält einen großen, glänzenden Fetttropfen, der — als Auftriebsmittel wirkend — dem Tierchen das Mitschleppen seiner Nachkommenschaft erheblich erleichtert. Größe des ganzen Tierchens 0,12 bis 0,16 mm. Bei Synchaeta stylata, welche durch den Besitz eines stielartigen Fortsatzes am Hinterende charakterisiert ist, kommt es aber zu einer wirklichen Ablage der Eier; diese sind jedoch über und über mit langen, steifen und dünnen Fortsätzen (sogenannten Schwebborsten) ausgestattet, welche, in Verbindung mit dem Fettgehalt der Eier, letzteren das freie Flottieren im Wasser ermöglichen.

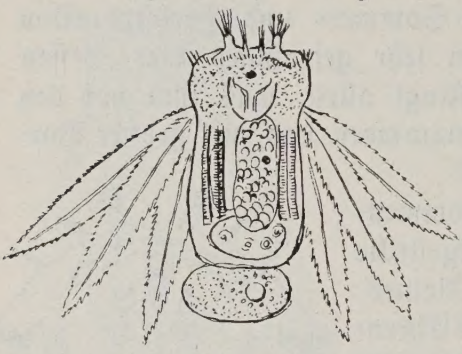

Fig. 14. Polyarthra platyptera.

Ein anderes, ganz sonderbar aussehendes Rädertierchen, welches ebenso wie Polyarthra als ein typisches Mitglied des Seen- und Teichplanktons zu betrachten ist, veranschaulicht die Fig. 15. Es ist der von Ehrenberg ganz passend so genannte „langborstige Dreibart". Sein Körper ist klein und transparent (0,18 mm), hat einen deutlich abgesetzten Kopf, und dieser trägt zwei getrennte Augen auf der Stirn, die mit winzigen Linsen ausgestattet sind. Zu beiden Seiten des Kopfteils sind die langen Ruderborsten angefügt, welche das Tier zu weit ausgreifenden Schwimmbewegungen in seinem Wohnelement befähigen. Vom Hinterende geht ein unbeweglicher Stachel aus, der als eine Oberflächenvergrößerung zu deuten ist, durch welche das Tier beim freien Schweben im Wasser unterstützt wird. In den größeren Seen Norddeutschlands habe ich seinerzeit eine Abart dieser Spezies entdeckt, bei welcher die Ruderborsten die enorme Länge von fast einem Millimeter erreichen. Für diese Varietät wählte ich die Bezeichnung T. longiseta, var. limnetica.

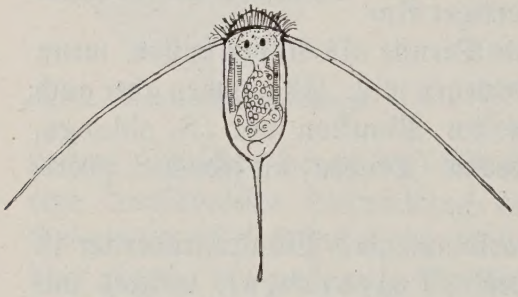

Fig. 15. Triarthra longiseta.

Im Gegensatz zu den ungepanzerten Rädertieren (Illoricatae), denen die Synchäten und Asplanchnen beizuzählen sind, gibt es

aber auch solche, die eine feste Körperhaut, also einen schützenden Panzer besitzen; diese machen die Gruppe der Loricata aus. Zu diesen gehören die folgenden Gattungen und Arten. Die beiden hier abgebildeten Anuraea-Spezies (Ehrenbergs „Stutzrädchen") sind häufige Erscheinungen im Plankton, wenn auch nur solche von geringer Größe. Die winzigen Körper dieser kleinen Rotatorien kommen in ihrer Länge nicht über den fünften Teil eines Millimeters hinaus. Aber sie sind oft recht massenhaft in dem aufgefischten Material enthalten, und ihre charakteristische Gestalt bewirkt, daß man sie sofort bei der mikroskopischen Untersuchung bemerkt und immer leicht wiederzuerkennen vermag.

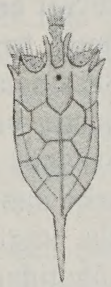

Fig. 16. Anuraea cochlearis.

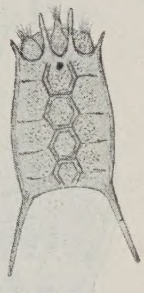

Fig. 17. Anuraea aculeata.

A. cochlearis besitzt einen gewölbten und mit sechseckigen Feldern versehenen Panzer, dessen Aussehen an das einer Schildkrötenschale erinnert. Auf der Unterseite ist er aber löffel- oder schaufelartig ausgehöhlt. Darauf bezieht sich die Bezeichnung „cochlearis". Nach hinten zu läuft der Panzer in einen langen Stachel aus, der — als Stil betrachtet — die Löffelähnlichkeit noch erhöht. Am dorsalen Panzerrande stehen vier Stacheln, von denen die zwei mittleren am längsten sind; hierzu kommen noch zwei seitliche dornenartige Fortsätze; rechts und links je einer, die etwas schief nach unten gerichtet sind. Das Räderorgan besteht aus mehreren vorstülpbaren Teilen, die reichlichen Wimperbesatz tragen.

A. aculeata hat eine annähernd quadratische Panzerform, ganz ähnliche Hinterhauptsdornen in der Sechszahl, wie die vorige Art, und eine gleichfalls vertiefte Bauchseite. Auch hier ist eine Teilung des Panzers in sechseckige Felder zu bemerken, und nach hinten zu setzt sich derselbe in zwei Stacheln fort, welche mehr oder weniger stark divergieren. Der Wimperapparat ist bei dieser Form ähnlich dem der vorigen.

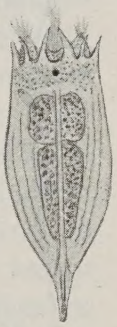

Fig. 18. Notholca acuminata.

Die Gattung Notholca und speziell N. acuminata zeigt in der allgemeinen Körperform einige Verwandtschaft mit den Anuräen, insbesondere mit A. cochlearis; sie hat aber ein schlankeres und eleganteres Aussehen; auch ist der Panzer nicht gefeldert, sondern längsgestreift. In Wirklichkeit besteht er aus einer Anzahl

von durch Furchen getrennten Längskielen. Es sind auch hier sechs Hinterhauptsdornen vorhanden, während der Endstachel durch einen ziemlich breiten, völlig abgeplatteten Fortsatz ersetzt ist. Das Räderorgan ist anscheinend auch von dem der Anuräen verschieden und besteht aus mehreren niedrigen, vorstreckbaren Wimperpolstern.

Fig. 19. Notholca longispina.

Eine andere Spezies von Notholca (Fig. 19) ist viel häufiger im Plankton anzutreffen als acuminata. Der Körper derselben ist klein (0,6—0,7 mm) und im Querschnitt dreieckig, so daß man ihn, im Hinblick auf die Verjüngung nach dem Hinterende zu, als pyramidenförmig bezeichnen kann. An der Basis des dreikantigen Prismas befindet sich der Kopfteil, der mit sechs Stacheln ausgerüstet ist, von denen die zwei mittleren von sehr ungleicher Größe sind. Der rechtsstehende ist gewöhnlich dreimal so lang als der linksseitige. Dann folgt jederseits ein kurzer Dorn, der nur halb so lang ist als der kleinere von den beiden in der Mitte stehenden. Die zu äußerst befindlichen Seitendornen sind halb so lang als der große mittlere, und sie besitzen in ihrem Verlaufe eine nach einwärts gehende Biegung. An seinem zugespitzten Hinterende trägt der Panzer einen lang hinausspießenden Dorn, der an Länge dem großen Vorderstachel nahezu gleichkommt. Auf seiner Unterfläche hat der Panzer eine Konkavität, welcher sich das Ei anschmiegt, wenn dasselbe, nachdem es den mütterlichen Körper verlassen hat, auf der ventralen Seite des Tierchens zur Anheftung kommt. Das Räderorgan ist zweilappig und in das Panzerinnere zurückziehbar.

In seiner ausführlichen Beschreibung dieser Notholca spricht der englische Rotatorienforscher Hudson[1]) seine Verwunderung darüber aus, daß sie so ungemein lange und zahlreiche Dornen an ihrem Panzer trage, und fügt hinzu, daß es schwer sei einzusehen, was solche Fortsätze den Tieren nützen könnten. Da es ohnehin ein schlechter Schwimmer sei, so werde es durch solche Auswüchse in schädlicher Weise belastet und außerdem werde ihm auch der Zugang zu den Algendickichten erschwert, wo es seine Nah-

1) T. Hudson und P. Gosse: The Rotifera or Wheel Animalcules. Vol. II. 1889, S. 126.

rung suchen müsse. Zu der Zeit, wo diese Kritik des Körperbaues der Notholca longispina niedergeschrieben wurde, befanden sich die Planktonstudien noch in ihren ersten Anfängen, und daher war es dem Mr. Hudson noch nicht bekannt, daß jenes Rädertier stets nur in geringer Anzahl im Bereiche der Uferzone, wo ihm die Vegetation hinderlich sein könnte, zu finden ist. Seine Heimat ist vielmehr das freie, an größeren Pflanzen verwaiste Wasser, wo es mit seinen langen Panzerstacheln nirgends anstoßen oder hängen bleiben kann. Im Gegenteil leisten ihm hier die Verlängerungen seiner festen, äußeren Körperhülle dieselben guten Dienste wie eine Planke oder Stange, die ein über Bord gefallener Mensch ergreift, um sich vor dem Untersinken zu bewahren. Und hier wie dort ist es die Oberflächenvergrößerung und der dadurch erzeugte Widerstand gegen die Sinkbewegung, welche sich als Vorteile aus beiderlei Situationen ergeben. Man spricht daher nicht bloß im Falle der in Rede stehenden Notholca, sondern auch hinsichtlich anderer, ähnlich so mit Borsten oder Spießen ausgestatteter Tiere von Schwebvorrichtungen, und betrachtet dieselben als eine Anpassung an das beständige Flottieren im Wasser, welches dergleichen Unterstützungsmittel geradezu erfordert. So unterliegt es z. B. keinem Zweifel, daß auch der langgestreckte Körper von Leptodora in Verbindung mit der starken Befiederung an deren Ruderarmen das Schwebvermögen dieser Cladocere hochgradig erhöht. Und ebenso muß der lang hinausragende Endstachel von Bythotrephes als eine dem Untersinken entgegenarbeitende Einrichtung betrachtet werden. Nicht minder dürften die bei den Kopepoden so häufig im Innern ihres Körpers auftretenden Fettropfen („Ölkugeln") für Auftriebsmittel zu gelten haben, welche den Tierchen das Schwimmen erleichtern, ohne daß dazu noch irgendwelcher Aufwand von Muskelkraft zu kommen braucht. Bei manchen Arten gibt es auch Organe, welche ihrer Funktion nach Ruderapparate sind und von entsprechenden Muskelsträngen in Tätigkeit gesetzt werden, die aber gleichzeitig auch als Vorkehrungen, welche das Schweben begünstigen, benützt werden können, wenn sie eine bestimmte Ruhelage annehmen. Dies ist z. B. der Fall bei Polyarthra (Fig. 14), wo die blattartigen Seitenanhängsel das Tierchen zu weiten Sprüngen im Wasser befähigen und gleichzeitig dem Hinabsinken seines Körpers vorbeugen, wenn sie in gespreizter Stellung gehalten werden. Ganz ebenso spielen die langen Vorderborsten von Triarthra (Fig. 15)

erfolgreich die Rolle von Ruderarmen, welche erhebliche Mengen von Wasser verdrängen, als auch diejenige von Auslegern, wie sie an manchen Booten angebracht sind, wenn das Tierchen sie ausbreitet und alsdann so hält wie ein hoch in der Luft schwebender Raubvogel seine Flügel. Aber nicht nur bei den Vertretern der planktonischen Fauna finden wir derartige Anpassungen, sondern nicht minder auch — wie wir später noch sehen werden — bei den sogenannten „Schwebpflanzen", die mit den Krebsen und Rädertieren zusammen die freie Wassermasse bevölkern.

Die artenreiche Rädertiergattung Brachionus ist planktonisch hauptsächlich nur durch die Spezies Brachionus angularis vertreten, doch habe ich neuerdings während des Hochsommers auch das sehr zahlreiche Vorkommen von Brachionus pala (var. amphiceros) im Gr. Plöner See beobachtet. Ich konstatierte dieses Rotatorium heuer (1910) zum ersten Male in den Fängen, und es hat den Anschein, daß dasselbe erst in neuester Zeit sich in dem genannten Becken angesiedelt hat. In kleineren Gewässern (Teichen) ist das den Brachioniden nahestehende Rädertier Schizocerca diversicornis häufig planktonisch lebend anzutreffen. Es ist an den zwei stets ungleich langen Hinterstacheln seines Panzers kenntlich. Letztere sind bloß ausnahmsweise gleich groß, und in diesem Falle wird das eigentlich normal gestaltete Geschöpf als Varietät (f. homoceros) betrachtet.

Eine besondere Eigentümlichkeit der planktonischen Tiere, der wir im Anschluß an das Kapitel über die Rädertiere noch in einigen Worten Erwähnung tun müssen, ist deren meist glasartige Durchsichtigkeit. Betrachten wir Hyalodaphnien, Bosminen und Kopepoden lebend und in ihrem Wohnelemente schwimmend, indem wir einen Planktonfang näher ansehen, der in einen Suppenteller ausgegossen ist, so sind wir kaum imstande, die einzelnen Organismen voneinander zu unterscheiden. Nur die schwarzen Augenpunkte der verschiedenen Krebschen und ihr mehr oder minder gefärbter Darminhalt treten hervor, während die Konturen der kleinen Körper bloß undeutlich wahrgenommen werden können. Am staunenswertesten verhält sich in dieser Beziehung Leptodora, die wie aus feinster Gelatine gebildet zu sein scheint. Auch in dieser frappanten Durchsichtigkeit, die in allen möglichen Graden der Vollkommenheit vorzufinden ist, dürfte eine Wirkung der natürlichen Auslese (im Sinne Darwins) zu erblicken sein, insofern immer diejenigen Wesen den ihnen nachstellenden

Fischen am ehesten zum Opfer fielen, welche von den scharfen Sehwerkzeugen ihrer Feinde noch am leichtesten wahrgenommen werden konnten, wogegen jene anderen erhalten blieben und sich fortpflanzten, die schon einen Vorsprung auf dem Wege zur Erlangung der für ihre Erhaltung so wichtigen Durchsichtigkeit (Hyalinität) gewonnen hatten.

Wir beobachten diese Eigenschaft aber nicht bloß bei den noch mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbaren Mitgliedern des tierischen Planktons, sondern auch bei den winzigen Lebensformen, welche uns als Bestandteile der Schwebfauna im Laufe der Zeit bekannt geworden sind. Von Asplanchna (Fig. 12) abwärts bis zu den kleinsten Formen der Rotatorien ist die Durchsichtigkeit eine treue Begleiterin der zarten Körperbeschaffenheit dieser merkwürdigen Wimperwesen. Aber sie ist auch noch weiter hinunter in der Tierreihe verbreitet, und wir treffen sie auch noch bei der Mehrzahl der Infusorien an, insbesondere bei denen, welche zum Plankton gehören. Im Gegensatz hierzu sind die planktonisch vorkommenden Wassermilben (Atax crassipes und Curvipes rotundus) genau so undurchsichtig wie ihre Gattungsverwandten in der Uferzone. Dies erklärt sich aber wahrscheinlich dadurch, daß diese spinnenartigen Tierchen wenig Feinde haben, insofern sie von den meisten Fischen als Nahrung verschmäht werden, und andernteils zu groß sind, als daß von seiten der übrigen Planktonwesen ihnen nachgestellt werden könnte. Sie befinden sich demnach in einer sehr günstigen Lage, wobei es jedoch wieder rätselhaft bleibt, warum sich immerhin nur so wenige Hydrachnidengattungen dem Schwebleben angepaßt haben.

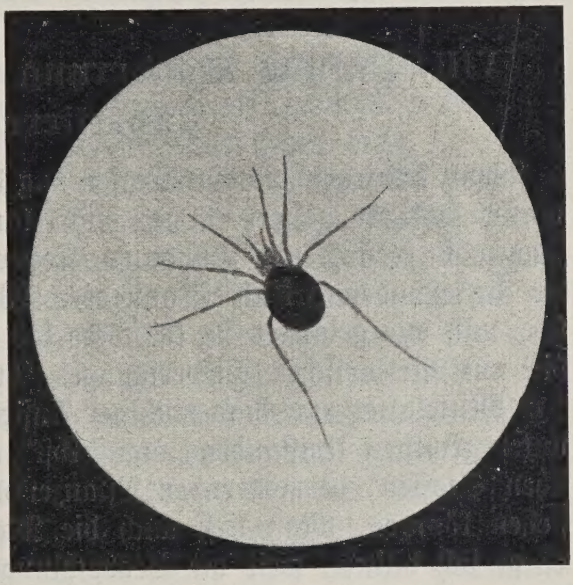

Fig. 20. Hygobates longipalpis.

Für den Laien, welcher das Mikroskop bloß zu seiner Unterhaltung und zu seinem Vergnügen handhabt, hat namentlich die

aufmerksame Betrachtung jener glashellen Wesen, in denen man die Bewegungen der inneren Organe genau verfolgen kann, einen besonderen Reiz. Aber auch der Fachmann beobachtet mit nie erlahmendem Interesse diese planktonische Krebs-, Milben- und Rädertierfauna, weil deren Lebensverhältnisse uns eine Fülle von biologischen Problemen aufgeben, an deren Lösung sich noch ungezählte Generationen abmühen werden, obgleich die wissenschaftliche Welt schon seit länger als zwei Jahrzehnten sich intensiv mit ihnen beschäftigt.

VIII. Passive Wanderung der Krebse und Rädertiere.

Wenn sich irgendwo eine Einsenkung des Erdbodens mit Regenwasser füllt, so dauert es gar nicht lange, bis sich eine niedere Fauna in Gestalt von Daphnien, Kopepoden und Rädertieren an der betreffenden Örtlichkeit ansiedelt. Wo kommen nun diese Tiere her, und wie gelangen sie in solche bis dahin völlig öden Teiche, die nur meteorischen Niederschlägen ihre Entstehung verdanken? Im Mittelalter war man noch der Ansicht, daß kleine Organismen unter gewissen Umständen „von selbst" aus faulenden vegetabilischen Stoffen, vermodernden Pflanzenblättern, Tierkot usw. entstehen könnten. Man ließ auch die Maden im Aas auf diesem Wege sich bilden, weil die Beobachtungsgabe der Menschen noch wenig entwickelt war und weil die Annahme, daß niederste Lebewesen aus tierischen und pflanzlichen Abfällen ihren Ursprung nehmen könnten, um so leichter Glauben fand, als es fast niemandem beikam, sich näher mit den Fortpflanzungsvorgängen auf den untersten Stufen der organischen Welt vertraut zu machen. Selbst die Naturforscher jener Zeit waren von vornherein geneigt, jener unbegründeten Hypothese zuzustimmen, weil man in solchen Dingen sich an Analogien aus dem mystischen Gebiete der Alchemie hielt. Und wenn es, den Vorstellungen jener Zeit entsprechend, möglich war, daß unedle Metalle mit Hilfe gewisser Prozeduren und unter Mitwirkung geheimnisvoller Vorgänge sich in Gold verwandelten, so war es ganz gewiß für die Natur auch nur eine Kleinigkeit, aus Schlamm und Moder primitive Lebensformen hervorzubringen. Huldigte doch Aristoteles, der größte Philosoph und Forscher des klassischen Altertums, für seinen Teil ebenfalls der Meinung, daß z. B. die Nachkommenschaft des Aales aus dem faulenden Boden-

satz der Gewässer entstehe — ohne sich irgendwelche Bedenken darüber zu machen, wie so etwas vor sich gehen könne, ohne den übrigen Gesetzmäßigkeiten des Naturlaufs Hohn zu sprechen. Die genaueren modernen Untersuchungsmethoden und das so hochgradig vervollkommnete Mikroskop haben heutzutage aufs gründlichste mit dieser ganz unwissenschaftlichen Vorstellungsweise aufgeräumt. Wir können jetzt gar nicht mehr begreifen, wie eine solche Art zu denken mit den höchsten Leistungen auf dem Gebiete der Architektur, Skulptur und Poesie verträglich gewesen ist. Und doch liegt, geschichtlich verbürgt, die merkwürdige Tatsache vor, daß der gröbste Aberglaube viele Jahrhunderte hindurch mit den bewunderungswürdigsten Errungenschaften auf vereinzelten Gebieten der Wissenschaft und Kunst Hand in Hand gehen kann.

Für uns steht es heutzutage fest und ist durch nichts mehr zu erschüttern, daß der Satz omne vivum ex ovo (zu deutsch: Jedes Lebewesen hat seinen Ursprung aus einem Ei) eine ausnahmslose Gültigkeit besitzt. Die Bezeichnung „Ei" ist dabei natürlich in einem weiteren Sinne zu verstehen, so daß darunter auch Sporen und Einkapselungszustände mit einzubegreifen sind. Erwiesenermaßen werden auch von den kleinen Krustazeen und Rädertieren Eier produziert, und oft geschieht das in recht großer Menge. Die Daphnien zumal erzeugen den ganzen Sommer hindurch sehr zahlreiche Eier, und nicht selten ist bei großen Weibchen der Bruträum mit 15 bis 20 Stück erfüllt. Aber auch in den Eiersäcken der Cyclopiden liegen Dutzende von Eiern beieinander, wogegen die Calaniden weniger fruchtbar in dieser Hinsicht sind.

Wir müssen aber bei den Daphnien zwischen Subitan- und Latenzeiern unterscheiden. Erstere werden parthenogenetisch von den Weibchen erzeugt und bedürfen zu ihrer Entwicklung keiner Befruchtung durch die Männchen. Auch gibt es keinerlei Ruhezeit für diese jungfräulich produzierten Fortpflanzungskörper; sie entwickeln sich vielmehr sofort nach ihrem Austritt aus dem mütterlichen Organismus. Ist dies aber monatelang so fortgegangen, so kommen auf einmal Männchen zum Vorschein, die natürlich ebenfalls aus Eiern geschlüpft sind. Und damit beginnt seitens der früher nur parthenogenetisch sich fortpflanzenden Daphnienmütter die Produktion einer anderen Art von Eiern, welche befruchtungsbedürftig sind. Das sind die sogenannten Latenzeier. Man nennt sie so, weil das Leben in ihnen eine Zeitlang schlummernd (latent) bleibt, insofern sie den ganzen Winter über in

völliger Ruhe verharren und erst im Frühling auskommen. Deshalb bezeichnete man sie früher auch als „Wintereier", bis man gewahr wurde, daß solche Eier auch mitten im Sommer abgelegt werden und sich noch lange vor Eintritt der rauhen Jahreszeit zu neuen Tieren entwickeln können. Der passendste deutsche Name dafür ist darum entschieden „Dauereier".

Bei den Daphniden werden diese Eier in ein merkwürdiges, sattelähnliches Gebilde (Ephippium) eingeschlossen, welches am Rücken der Tierchen zur Ausbildung gelangt und von dunklerer Färbung ist als die übrige Schale. Dieser sogenannte „Eiersattel" ist eine hornige Kapsel, in der die Dauereier in Ein- oder Zweizahl einlogiert sind. Rings um diese Behälter läuft ein Ring, der aus vielflächigen Hohlräumen gebildet ist, die sich mit Luft füllen und so einen natürlichen Schwimmgürtel darstellen. Wenn das Ephippium vollständig ausgebildet ist, löst es sich von der Panzerschale los und führt fernerhin ein flottierendes Dasein an der Oberfläche des Wassers. Es ist gegen alle Witterungseinflüsse gefeit, kann Frost und Hitze überstehen, die Trockenheit vertragen und alle sonstigen Fährlichkeiten siegreich überwinden. Es kommt vor, daß man an den Rändern größerer Teiche das Wasser ganz übersät mit solchen Ephippien vorfindet. Ein wandernder Wasservogel nun, der sich auf ein solches Becken niederläßt, nimmt unwillkürlich zahlreiche von diesen winzigen Körperchen, die sich an sein Gefieder oder an seine Füße hängen, mit auf, wenn er wieder davonfliegt. Und sobald er nun einen anderen Teich oder Tümpel aufsucht, werden die ihm anhängenden Ephippien von seinem Leibe heruntergespült und so in ein fremdes Wasser übertragen, wo die betreffenden Daphnidenspezies vielleicht noch nicht vorhanden sind. Auf diese Weise kommt es im Laufe längerer Zeiträume zur Besiedelung neu entstandener Wasseransammlungen und zur Weiterverbreitung der verschiedensten Spezies über ein größeres Gebiet, so daß ein ausgedehnter Mechanismus der Verschleppung durch wilde Enten, Gänse, Schwäne, Störche und andere wasserliebende Vögel fortwährend im Gange ist.

Man spricht in diesen Fällen von passiver Wanderung, insofern dabei jede aktive Beteiligung der betreffenden Wasserorganismen an einem solchen Ortswechsel vollständig ausgeschlossen ist. Aber es brauchen nicht immer größere Tiere, wie die genannten Vögel zu sein, welche solche Übertragungen vermitteln, sondern ein das Wasser verlassender Frosch kann auf seinem

klebrigen Rücken Dutzende von Ephippien weitertransportieren, wenn er sich zu einer der benachbarten Wasserlachen begibt und dieselbe zu seiner zeitweiligen Tummelstätte macht. Selbst Insekten, wie z. B. die größeren Wasserkäfer (Dyticus), erweisen sich bei näherer Untersuchung nicht selten mit Grünalgen, Diatomeen-Kolonien oder Infusorienstöcken (Glockentierchen) behaftet, so daß ein solches Kerbtier, wenn es bei Nacht das Wasser verläßt und umherschwärmt, bei seinem Wiedereinfallen in einen Sumpf oder Teich ahnungslos der Verbreitung und Verpflanzung der bezüglichen pflanzlichen oder animalischen Organismen Vorschub leistet. Gelegentlich vermag wohl auch (auf kurze Strecken hin) ein erwachsener Wasserfloh, der im Gefieder eines Sumpfvogels hängen bleibt, die Weiterverbreitung seiner Art direkt zu bewirken. „Practica est multiplex" kann man auch hinsichtlich der Ausführung solcher passiver Wanderungen sagen. Die Wege der Verschleppung sind äußerst mannigfaltig, und man wird im Laufe der Zeit noch viele andere Möglichkeiten, als die bisher bekannten sind, entdecken. Nicht zu vergessen ist, daß der Laich mancher Tiere in eine klebrige Gallertmasse eingebettet ist, und daß er infolgedessen äußerst leicht auf passive Weise zu einer Ortsveränderung kommen kann. Hieraus erklärt sich wohl, daß frisch hergestellte Ziegeleiausschachtungen sehr bald mit Wasserschnecken bevölkert werden, die ihre Eier bekanntlich mit einem leicht anhaftenden, schleimigen Kittstoffe zu einem strangförmigen kurzen Pakete verbinden. Auch Würmer (z. B. die Egel), die sich ansaugen können, finden leicht die weiteste Verbreitung.

Die Mehrzahl der Rädertiere produziert ebenfalls, wie die Daphniden, Dauereier, die aber einzeln abgelegt werden. Gewisse Arten besitzen — wie wir sahen — Eier, die mit Schwebapparaten (Borstenbesatz) oder Auftriebsmitteln (Fettgehalt) ausgestattet sind. Andere lassen ihre Eier einfach auf den Grund hinab fallen, von wo die neue Generation im Frühling zu den höheren Wasserschichten emporsteigt.

Bei den Kopepoden ist nur vereinzelt das Vorkommen von Dauereiern nachgewiesen worden; aber diese Krebschen sind in einer anderen Weise für die Verbreitung durch passive Wanderung geeignet: nämlich durch ihre Fähigkeit, auch mit nur ganz wenig Feuchtigkeit benetzt, längere Zeit am Leben bleiben zu können. Auf diese Tatsache ist zuerst von O. Schmeil, dem besten Kenner unserer Süßwasserkopepoden, aufmerksam gemacht worden. Eine

solche Lebenszähigkeit bietet nun aber auch die Möglichkeit dar, daß Cyklopiden und Kalaniden, wenn sie zufällig an den Federn der vom Wasser auffahrenden Vögel hängen bleiben, eine kurze Flugzeit wohl überstehen können und so die Chance behalten, von ihren Trägern in ein anderes Wasserbecken importiert zu werden. Der österreichische Zoolog und Krustazeenforscher Claus will übrigens auch aus völlig ausgetrocknetem Schlamm (nach Übergießen desselben mit Wasser) erwachsene Exemplare von Kopepoden hervorkommen gesehen haben, was — wenn die Tatsache auf richtiger Beobachtung beruht — unbedingt zu der Schlußfolgerung führt, daß die betreffenden Krebschen auch bei vollständigem Wassermangel längere Zeit hindurch fortleben können. Um so befähigter würden sie durch die Akquisition dieser Eigenschaft zum Überstehen weiter passiver Wanderungen sein, auf die sie, als Kosmopoliten des Tierreiches, seit unvordenklichen Zeiten schon angewiesen gewesen sein müssen.

Nur dadurch, daß die hier in Betracht kommenden Wesen mittels passiver Wanderungen von See zu See gelangen können, ist deren außerordentlich weite Verbreitung begreiflich. Genau dieselbe Leptodora, die in den norddeutschen Binnenseen lebt, finden wir auch in den Gewässern Oberbayerns und in denen der Schweiz, in den Teichen Böhmens und im Elbwasser des König Alberthafens zu Dresden-Altstadt. Ebenso verhält es sich mit den kleinen Kopepodenkrebschen und den Rotatorien. Für die Naturforscher der älteren Schule war die staunenswerte Allgegenwart aller dieser Organismen ein vollständiges Mysterium, und nicht wenige von ihnen sahen darin ein beweiskräftiges Argument zugunsten der sogenannten elternlosen Zeugung (Generatio equivoca).

Wenn nun jemand doch noch an dem ausgiebigen Erfolge dieser Wanderungen zweifeln und dies damit begründen wollte, daß er sagt, es könnten doch immer nur wenige Krebse und Rädertiere auf solchem Wege über die Gewässer verteilt werden, so ist darauf zu entgegnen, daß schon ganz wenige Exemplare von Männchen und Weibchen einzelner Arten hinreichen würden, um auch große Wasseransammlungen mit beträchtlichen Mengen von Krustazeen und Rotatorien zu versehen, weil diese Tierchen mit einer bedeutenden Fruchtbarkeit begabt sind, die es ihnen ermöglicht, in kurzer Zeit eine ungeheure Zahl von Nachkommenschaft zu erzeugen. Ein einziges Kopepodenweibchen, welches 20 Eier produziert, die zu ihrer Entwicklung bis zum geschlechtsreifen Tiere drei Wochen

brauchen, kann während eines einzigen Sommers schon — wie die einfachste Berechnung lehrt — eine Unmenge Krebschen in die Welt setzen. Und noch viel fruchtbarer sind die Daphniden; denn kaum haben die Jungen die Hälfte ihrer natürlichen Größe erreicht, so ist deren Brutraum (s. o. Fig. 3) schon wieder aufs neue mit Eiern erfüllt, die nach kurzer Zeit ausschlüpfen und ihrerseits eine neue Generation begründen. Brut auf Brut folgt in raschem Tempo aufeinander, solange das Gewässer, welches der Schauplatz dieser enormen Vermehrung ist, hinreichende Nahrung für Mütter und Kinder zu spenden vermag. Betrachtungen hierüber stellte zu Beginn des vorigen Jahrhunderts schon Ramdohr, ein vortrefflicher Beobachter der niederen Tiere, an, und er berechnete, daß eine einzige Daphnie, welche am ersten Mai mit der Eierproduktion anfängt, schon am Ende des Monats Juni über 1200 Millionen Nachkommen haben müsse, von denen die weitaus größte Anzahl überlebt und für die nachfolgenden Monate eine noch höher steigende Bevölkerungszahl verspricht. So läßt sich verstehen, wie ursprünglich völlig tierleere Regenwasseransammlungen binnen kürzerer Frist mit einem reichen faunistischen Inventar ausgestattet werden können, da allen Lebewesen ohne Unterschied das Bestreben innewohnt, sich fortgesetzt in geometrischer Progression zu vermehren.

Um aber den Erfolg passiver Wanderungen richtig zu beurteilen, muß man sich vor Augen halten, daß keineswegs in jedem Teiche oder See alles das fortleben und gedeihen kann, was der Zufall ihm zuführt. Es werden vielmehr gelegentlich Organismen in kalte, hochgelegene Becken gelangen, die nur für die wärmeren Gewässer der Ebene, aus der sie herstammen, geeignet sind, und auch umgekehrt werden solche Arten, welche die Kühle bevorzugen, in flache, hochtemperierte Tümpel verschlagen werden, wo sie nicht ausdauern können. Es dürften also nur immer die für die jeweilige Örtlichkeit passenden Organismen in der ihnen aufgedrungenen neuen Heimat fortbestehen können. Aber außer der Temperatur werden auch noch andere Momente in Betracht kommen und über das Schicksal der ihrem Einfluß ausgesetzten neuen Ankömmlinge entscheiden, so z. B. sicher auch der größere oder geringere Kalkgehalt des betreffenden Gewässers, oder auch dessen schon ursprünglich in ihm existierende Bewohnerschaft, die schwerlich als ein gleichgültiger Faktor anzusehen sein wird. Wir haben freilich in die Beziehungen von Organismus zu Organismus noch viel zu wenig Einsicht, um genau angeben zu können, welche Wesen nebeneinander

harmonisch ihr Dasein zu führen vermögen und zwischen welchen ein Antagonismus besteht, der ihr Zusammenleben auf demselben beschränkten Raume unmöglich macht. Jedenfalls haben wir anzunehmen, daß die Bewohnerschaft eines Teiches oder Tümpels sich in einem annähernden Gleichgewichtszustande befindet, und daß nur solche Organismen in die bezügliche Lebensgemeinschaft eingegliedert werden können, deren Existenzbedingungen so geartet sind, daß sie denjenigen der übrigen mit ihnen zusammenlebenden Wesen keinen erheblichen Abbruch tun. Es gibt auch im Sinne der Biologie „Beati possidentes", welche den Ansprüchen anderer gegenüber sich ablehnend, bzw. nicht entgegenkommend verhalten. Schließlich entbrennt in solchen Fällen ein mehr oder weniger heftiger Kampf ums Dasein, der mit strengster Unparteilichkeit von seiten der Natur überwacht wird, insofern sie beiden Kombattanten rechtzeitig alle Mittel zur Verfügung stellt, die in ihrem unerschöpflichen Arsenale für einen solchen Wettbewerb vorhanden sind.

IX. Entstehung neuer Arten und Varietäten durch Isolierung.

Wie leicht ersichtlich ist, muß die Übertragung von Organismen an neue Aufenthaltsorte durch passive Wanderung in einzelnen Fällen dazu führen, Varietäten hervorzurufen, da eine Veränderung in den äußeren Verhältnissen häufig auf den Organismus zurückwirkt und diesen in irgendeiner Weise nötigt, sich den neuen Umständen anzupassen. Man bezeichnet solche mehr oder weniger starke Abweichungen, welche von den Organismen infolge des Einflusses innerer oder äußerer Faktoren eintreten, neuerdings als Mutationen. Der holländische Botaniker de Vries hat einige Landpflanzen von diesem Gesichtspunkte aus studiert und uns mit deren Verhalten bei der Abänderung näher bekannt gemacht.

Auch die genugsam beobachtete Tatsache, daß manche Krebstiere (und auch einige Rotatorien) bei Eintritt der kälteren Jahreszeit regelmäßig ihre Gestalt verändern, insofern gewisse Körperteile sich verkürzen und sich umgestalten — auch dieser Befund spricht dafür, daß äußere Faktoren den Organismus gesetzmäßig beeinflussen. Ich habe zuerst darauf hingewiesen, daß z. B. Hyalodaphnia (Fig. 3) gegen den Herbst hin ihren langen Kopfhelm verkürzt und die Konturen desselben abrundet, so daß man ein

völlig anderes Tier vor sich zu haben meint, wenn man von dieser jahreszeitlichen Metamorphose (Saisondimorphismus) keine Kenntnis durch die Beobachtung der sukzessiv eintretenden Umwandlung besitzt. Ich machte dann weiter die korrespondierende Wahrnehmung, daß sich gegen den Herbst hin bei manchen Bosminen (Bosmina coregoni) die zwei großen unbeweglichen Antennen stark verkürzen, und konstatierte auch in diesem Falle eine regelmäßige Wiederkehr dieser Erscheinung. W. Ostwald wies dann in meinem Laboratorium zu Plön nach, daß man den Eintritt der Umwandlung in beiden Fällen verhindern könne, wenn man die Tierchen zu Beginn der kühlen Herbstmonate bei einer Wassertemperatur hält, welche der sommerlichen draußen im Freien entspricht. Geschah das, so traten die Veränderungen nicht ein. Dieses Experiment beweist unwidersprechlich und klar, daß der Anstoß zu jenen Organverkürzungen von einem Sinken der Temperatur ausgeht, und daß die Wirkung unterbleibt, wenn ihre Ursache auf künstliche Weise in Wegfall gebracht wird.

Ganz ähnliche Formveränderungen, wie sie uns an den Daphniden und Bosminen bekannt geworden sind, treten aber auch bei Rädertieren auf, und R. Lauterborn hat durch genaue Beobachtungen an Anuraea cochlearis (Fig. 16) gezeigt, daß sich der Hinterdorn bei dieser Spezies, den Temperaturverhältnissen entsprechend, während des Jahreslaufes verlängert oder verkürzt. Ganz umgekehrt stellte ich fest, daß bei einem gleichfalls planktonischen Rotatorium (Bipalpus vesiculosus) zur Herbstzeit eine zipfelartige Verlängerung des Hinterleibsendes eintritt, wogegen die sommerlichen Exemplare dieser Spezies an derselben Stelle kugelig abgerundet sind. Nicht minder kommen bei gewissen Geißelträgern, wie wir noch sehen werden, Variationen in der Körpergestalt vor, die gleichfalls an bestimmte Zeiten des Jahres geknüpft erscheinen.

Wenn nun solche Tatsachen unzweifelhaft vorliegen und es zur Gewißheit machen, daß Krustazeen, Rädertiere und auch andere viel niedriger stehende Wesen — je nach den äußeren Einflüssen — in erheblichem Grade veränderlich sind, so gibt dies uns offenbar die Berechtigung an die Hand, auch das Vorhandensein zahlreicher Lokalformen, wie sie in den verschiedenen Teichen und Seen zu finden sind, im Sinne der Einwirkung von zum Teil freilich noch unbekannten Faktoren zu deuten, welche an den einzelnen Örtlichkeiten wirksam sind, und zwar so, daß sie die ihnen beständig

ausgesetzten Organismen in deren Wachstumsverhältnissen nach dieser oder jener Richtung hin beeinflussen. Letzteres ist freilich zunächst nur eine theoretische Annahme, aber sie gründet sich auf wirklich beobachtete, unter unsern Augen vor sich gehende morphologische Veränderungen einerseits, und auf das Vorhandensein örtlicher Varietäten der nämlichen Grundformen andererseits, so daß mit allergrößter Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, es seien jene an Ort und Stelle durch Isolierung und Abzweigung von der Stammart entstanden. So traf ich im Jeserich-See (Westpreußen) seinerzeit (1886) eine Hyalodaphnia an, deren Kopfhelm anstatt, wie gewöhnlich, gerade zu verlaufen, im Gegenteil sichelförmig herabgebogen war, so daß sich mein damaliger Mitarbeiter, S. A. Poppe, veranlaßt sah, derselben, als einer sehr charakteristischen Varietät, den Namen procurva beizulegen. Nur in ganz wenigen Seen ist diese Abart später noch gefunden worden. Sie ist unzweifelhaft das Produkt ganz bestimmter lokaler Verhältnisse, wenn wir zurzeit auch noch nicht angeben können, welcher.

Als Seligo vor einer Reihe von Jahren die Stuhmer Seen, die in der Nähe von Marienburg liegen, untersuchte, machte er die Wahrnehmung, daß es auch dort zur Ausbildung verschiedener Saisonformen von Hyalodaphnia komme. Ebenso konstatierte er in zahlreichen anderen Seen Westpreußens mancherlei Abarten von der typischen Spezies. Zu seinen Befunden macht er dann folgende Bemerkung: „Ich komme zu dem Schlusse, daß man es bei den so verwirrenden Formen dieser Planktonwesen mit Lokalvarietäten zu tun hat, welche innerhalb eines für den einzelnen See beschränkten Formenkreises im Laufe des Jahres Saisonformen ausbilden. Eine Unterscheidung verschiedener Arten halte ich bei dem Vorhandensein offenbarer Übergänge und bei der Übereinstimmung im Bau, z. B. des Postabdomens, für untunlich. In den Seen mit gemischtem Bestande kommen mehrere Varietäten vor, deren Ausbildung vielleicht von den in diesen Seen gebotenen verschiedenartigen Lebensbedingungen (Wassertiefe, Strömungen) immer wieder begünstigt wird, wenn auch Bastardierung und das Verschlagenwerden aus der Ursprungsheimat Übergangsformen schaffen." Wir ersehen aus diesem Passus, daß sich auch anderen Seenuntersuchern die Annahme eines bestimmenden Einflusses der Lokalität auf die Entstehung von Abarten aufgedrängt hat.

Die im obigen vorgetragene Theorie von den Ursachen, welche der Bildung von lokalen Varietäten bei Krustazeen und Räder-

tieren zugrunde liegen, findet ihre Stütze und Analogie auch bei den größeren Wassertieren, z. B. den Fischen. Ist es doch eine allbekannte Tatsache, daß ein und dieselbe Forellen- oder Felchenart aus verschiedenen Seen, je nach der Lage und geognostischen Beschaffenheit des Grundes der betreffenden Gewässer, immer einige Verschiedenheiten in Bau und Färbung sowie bezüglich des Eintritts der Laichperiode und anderer Lebensgewohnheiten aufweist. Den praktischen Fischern sind solche Anomalien wohlbekannt, und die Heinckeschen Untersuchungen und systematischen Messungen an marinen Fischen, insbesondere am Hering, setzen uns sogar in den Stand, von irgendeinem Vertreter dieser Spezies, welcher vorgelegt wird, auszusagen, wo die Heimat desselben gewesen ist. Eine solche Sicherheit des Urteils wäre ganz ausgeschlossen, wenn es nicht konstante Merkmale für die genaue Identifizierung von Lokalrassen gäbe.

Da nun aber — nach unserer modernen wissenschaftlichen Auffassung — Varietäten nichts anderes sind als beginnende Arten, so müssen wir in der passiven Wanderung, durch welche Organismen regelmäßig in ein neues Milieu versetzt und von der Stammform resp. isoliert werden, auch ein Mittel erblicken, welches — natürlich nur innerhalb längerer Zeiträume — zur Entwicklung wirklich neuer Spezies Anstoß gibt.

Wir können aber auch innerhalb eines und desselben Wasserbeckens Ursachen auffinden, die zu einer zufälligen Isolierung einzelner Individuen von dem Gros ihrer Artgenossen führen. So ist es z. B. nicht ausgeschlossen, daß der Wind Uferformen aus den Strandregionen eines Sees hinaus auf die freie Wasserfläche treibt, wo sie vielleicht zuweilen in schwebenden Algenkolonien sich ansiedeln und so Ruhepunkte finden können. Dergleichen Organismen nun, deren spezifisches Gewicht nahezu mit dem des Wassers übereinstimmt, werden die Zwangslage, in die der Wind sie gebracht hat, nicht allzu hart empfinden, sondern sich vielmehr dem planktonischen Leben anpassen, zumal wenn ihnen lange Antennen, Stacheln oder Fettabscheidungen (in den Bindegewebslücken) als Unterstützungsmittel des Flottierens im Wasser zustatten kommen. Es ist also denkbar und sogar sehr wahrscheinlich, daß sich in solcher Weise das tierische sowohl wie das vegetabilische Plankton aus Uferformen hervorgebildet hat, welche spezifisch leichter waren als die Mehrzahl ihrer littoralen Anverwandten und Genossen. Aus zufällig planktonischen Spezies konnten so nach zahlreichen

Generationen echte oder euplanktonische werden, die sich geschlechtlich nicht mehr mit den Uferformen vermischten und schließlich denselben gänzlich fremd wurden. Freilich ist auch dieses nur eine theoretische Ansicht; sie findet aber ihre Stütze in den vorliegenden Verhältnissen und ist darum nicht a priori von der Hand zu weisen. Wollte man diesen Erklärungsversuch völlig verwerfen, so bliebe nichts weiter übrig, als anzunehmen, daß die Planktonspezies überhaupt dem Süßwasser ursprünglich fremd seien und von marinen Voreltern herstammen, die seinerzeit in Fjorden abgesperrt wurden und aus so entstandenen „Reliktenseen", die der allmählichen Aussüßung anheimfielen, durch passive Wanderung in unsere Landseen und sonstigen Binnengewässer gelangten. Der italienische Hydrobiolog Pietro Pavesi in Pavia hat tatsächlich schon vor vielen Jahren diese Hypothese aufgestellt, welche in dem Vorkommen gewisser mariner Fische (Blennius) und der Anwesenheit eines garnelenartigen Krebses (Palaemonetes) in manchen planktonreichen Seen Italiens einen Anhalt zu finden schien. Aber man ist doch immer wieder auf den einfacheren Erklärungsmodus zurückgekommen und hat der wahrscheinlicheren Theorie den Vorzug gegeben, daß die zart organisierten, spezifisch leichteren und mit besonderen Schwebwerkzeugen ausgerüsteten Planktonwesen aus den schlecht schwimmenden, plumperen und derbhäutigeren Uferbewohnern durch den Prozeß einer natürlichen Auslese entstanden seien, welche auch sonst in der belebten Natur eine Reihe der bewunderungswürdigsten Anpassungen hervorgerufen hat.

X. Die Geißelträger (Flagellaten) des Planktons.

Hatten wir es in den Krustazeen und Rotatorien mit noch relativ großen Organismen des Planktons zu tun, so machen wir nun in den Flagellaten die Bekanntschaft mit recht winzigen Schwebwesen, die aber dafür nicht selten in ganz ungeheurer Menge auftreten. Letzteres ist namentlich recht häufig der Fall mit den Repräsentanten der Gattung Dinobryon (Fig. 21) und mit den Ceratien (Fig. 22).

Bei den Geißelträgern handelt es sich um Lebensformen, die eine schwankende Stellung auf der Grenze zwischen dem Tier- und Pflanzenreiche einnehmen. Manche Gattungen, wie z. B. Dinobryon, besitzen Chromatophoren und ernähren sich wie Algen, indem sie bei Zutritt von Licht die im Wasser gelöste Kohlensäure

zerlegen. Man spricht dann von einer holophytischen Lebensweise solcher Geißler. Ehrenberg bezeichnete die Dinobryen als „Wirbelmoostierchen" und rechnete sie demgemäß zu den Infusorien. Die Kolonien der im Plankton vorkommenden Arten besitzen einen buschähnlichen Habitus und bestehen aus kleinen, aufeinander gesetzten Gehäusen, welche eine becherartige Gestalt besitzen. In jedem der zahlreichen Gehäuse steckt ein kleines spindelförmiges Geschöpf, welches am Vorderende zwei bewegliche Geißeln trägt, wovon die eine ein Stück weit aus dem Gehäuse herausschaut, während die andere jedoch nur bis zum Rande desselben reicht. Im Innern jeder Dinobryonzelle sind zwei Farbstoffplatten enthalten, wovon die eine mit einem Augenfleck (Stigma) versehen ist. Gelegentlich sind 50—80 Gehäuse zu einer Kolonie vereinigt, die dann ein sehr zierliches Arrangement bilden. In manchen Seen entwickeln sich während des Hochsommers die Dinobryen (von denen es mehrere Arten gibt) so stark, daß das ganze Wasser gelblich davon gefärbt erscheint, und mit jedem Netzzuge kann man dann eine Unzahl davon erbeuten. Sie bilden eine mit Vorliebe genommene Speise für Asplanchna priodonta, deren Magen oft gänzlich damit angefüllt ist.

Fig. 21.
Dinobryon sociale.

Ihrem chemischen Verhalten nach bestehen die kleinen Gehäusebecher aus Zellulose. Bei manchen Arten sind sie in der Hinterhälfte ausgebaucht, bei anderen von durchweg zylindrischer Form. Einige Spezies besitzen einen sehr langen Gehäusestil, mit dem sie eins an das andere befestigt sind; andere hingegen lassen nur ein ganz kurzes Endspitzchen wahrnehmen. An der Gehäusegestalt und den mehr oder weniger langen Stielen der Becher werden die einzelnen Arten unterschieden. Die häufigsten Spezies sind S. sociale, D. divergens und D. stipitatum. Man findet sie übrigens nicht bloß in Seebecken, sondern auch in flachen, kleinen Teichen.

In ganz ähnlicher Häufigkeit kommt das gehörnte Kranztierchen (Ceratium hirundinella) vor (Fig. 22). Die Hülle, welche den protoplasmatischen Zellkörper dieses Wesens umgibt, ist ein aus zahlreichen Zelluloseplatten zusammengefügter Panzer. Die Außenseite desselben ist nicht glatt, sondern mit zahlreichen kleinen Ver-

tiefungen versehen, so daß man unterm Mikroskop die Oberfläche eines Fingerhuts zu erblicken meint. Von diesem Panzer gehen stets mehrere hornähnliche zugespitzte Fortsätze aus, die meist in der Vierzahl vorhanden sind. Man unterscheidet ein Vorder- oder Frontalhorn und drei Endhörner. Von letzteren ist das mittelste das größte und das rechte Endhorn ausnahmslos immer länger als das linke (Fig. 22a). Die Farbe des durchschimmernden Panzerinhalts ist gewöhnlich eine grünlich-gelbliche. In den schweizerischen und lombardischen (insubrischen) Seen, deren Plankton ich 1904 selbst näher untersuchte, besitzt Ceratium hirundinella gewöhnlich auch ein rotes Stigma, welches deutlich durch den Panzer hindurch sichtbar ist.[1])

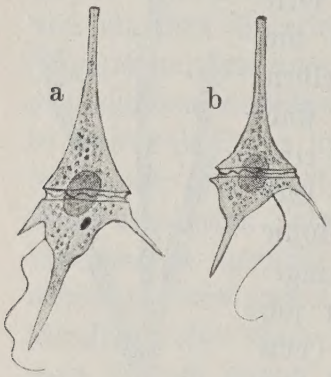

Fig. 22.
Ceratium hirundinella.

An den bei uns in Nord- und Mitteldeutschland einheimischen Vertretern der nämlichen Flagellatengattung habe ich hingegen niemals einen solchen scharf umschriebenen Augenfleck bemerkt. Ceratium hirundinella kommt in zahlreichen Varietäten vor, und fast jedes Seen- oder Teichgebiet hat seine besondere Abart davon. Vielfach fehlt bei diesen Flagellaten das linke Seitenhorn (Fig. 22b), oder es hat sich nur in der Form eines rudimentären Spitzchens erhalten. Je nachdem die Hörner länger oder kürzer sind, erreicht Ceratium eine Länge von 0,40 bis 0,45 mm. Der eigentliche Panzer wird durch eine Ringfurche in eine vordere und hintere Hälfte geteilt. In dieser Furche liegt ein langer Geißelfaden, der

1) Das Vorkommen von wirklichen Stigmen bei den Panzerflagellaten ist vielfach bezweifelt worden. Selbst ein sonst so kompetenter Beobachter der Geißelträger, wie es G. Klebs ist, tut derselben keine Erwähnung. Auch auf den schönen Tafeln von F. v. Stein finden wir in den Abbildungen der Ceratien keinen Augenpunkt angedeutet; ebenso ist irgendwelche Bemerkung darüber bei Bütschli zu vermissen. Auch Fr. Schütt übergeht bei der Gattungsdiagnose der Ceratien das Vorkommen von Stigmen bei denselben, und sogar bei A. J. Schilling, dem speziellen Bearbeiter der Süßwasserperidineen, ist von diesem Merkmal absolut nicht die Rede. Im Gegenteil sagt dieser Autor direkt folgendes: „Innerhalb der Gattungen Hemidinium, Peridinium und Ceratium sind bisher keine Formen mit Augenflecken bekannt geworden." Nun sind aber solche von mir bestimmt nachgewiesen.

sich in ununterbrochener welliger Bewegung befindet, wodurch der kleine Hornling befähigt wird, sich mit mäßig schneller Rotation durchs Wasser fortzuschrauben. Die Steuerung dabei übernimmt ein anderer peitschender Faden, der auf der unteren Panzerseite aus der sogenannten „Geißelgrube" hervortritt und in diese auch zurückgezogen werden kann. Bei der geringen Leistungsfähigkeit der älteren Mikroskope schien es so, als befinde sich in der Ringfurche ein zusammenhängender Kranz von kleinen Wimpern, und von daher schreibt sich die nun nicht mehr zutreffende Bezeichnung „Kranztierchen", welche Ehrenberg für die ganze Gruppe der Panzergeißler nach seinem Geschmack gewählt hatte.

Ceratium hirundinella kommt zuweilen in geradezu ungeheurer Massenhaftigkeit vor. In einem großen flachen Wiesentümpel bei Gera (Reuß) sah im Monat Juli das Wasser ganz getrübt und lehmig aus; als ich es näher untersuchte, konstatierte ich die Anwesenheit zahlreicher Ceratien in jedem Tropfen desselben. In größeren Seen trifft man die nämlichen Panzerflagellaten auch hauptsächlich in den Monaten Juli und August an. Die Fortpflanzung vollzieht sich während der heißen Jahreszeit ausschließlich durch den Vorgang einer schief zur Körperachse gerichteten Querteilung, wogegen im Herbst Dauerzysten gebildet werden, welche überwintern.

Auf S. 50/51 dieser Schrift wies ich bereits darauf hin, daß bei gewissen Krebstieren jahreszeitliche Gestaltsveränderungen vorkommen, aber für dieselbe Erscheinung liefert andererseits auch Ceratium ein Beispiel. So fand ich hinsichtlich des Großen Plöner Sees (1893), daß die zuerst (im März) darin auftretenden Exemplare von Ceratium schlank und mit zwei Endhörnern versehen waren. Gegen den Hochsommer hin bemerkte ich aber eine Verkürzung und Breitenzunahme des Panzers an ihnen, womit gleichzeitig die Ausbildung eines winzigen linken Hinterhorns Hand in Hand ging. Im September erschienen diese Exemplare mit vollständig ausgebildetem linken Hinterhorn, so daß es von da ab fast nur noch vierhörnige Ceratien im See gab. In den Altwässern des Rheins hat Lauterborn jedoch die vollständig umgekehrte Folge in der Gestaltveränderung bei der nämlichen Spezies beobachtet, so daß dort die vierhörnigen Exemplare im Frühjahr zuerst erschienen, um später (Juli) von den nur drei Hörner besitzenden schlanken abgelöst zu werden. Jedenfalls geht aber aus beiden Befunden hervor, daß deutliche an den Eintritt einer be-

stimmten Jahreszeit gebundene Variationen bei der genannten Flagellatenform wirklich stattfinden.

Ein fast nie fehlender Bestandteil des Sommerplanktons in Seen und größeren Teichen sind die kugeligen Kolonien von Uroglena volvox (Fig. 23), welche schon bei mäßiger Vergrößerung eine Zusammensetzung aus Hunderten von Einzelwesen (Monaden) erkennen lassen. Jedes derselben ist von birnförmiger Gestalt, besitzt zwei goldgelbe Farbstoffplatten und dazu einen hochroten Augenpunkt. Alle Individuen stecken in der Oberflächenschicht einer Gallertkugel, und vom Zentrum dieser geht ein dichotomisch verzweigtes System von zarten Strängen aus, deren letzte Ausläufer mit je einer der Monaden in Verbindung treten. Ich habe dieses Gerüstwerk mittels Lebendfärbung schon 1895 nachgewiesen, indem ich die Uroglena-Stöcke stundenlang in einer dünnen Lösung von Methylenblau hielt. Trotzdem ist noch immer in manchen Lehrbüchern zu lesen, daß die Einzelwesen von Uroglena „ohne direkten Zusammenhang an der Peripherie einer Gallertkugel stehen". Es wird Zeit, daß solche falsche Angaben ausgemerzt werden. Ich habe seinerzeit auch bekannt gemacht, daß die Uroglena-Stöcke sich durch Zweiteilung der größeren Kugeln vermehren, und daß dieser Prozeß mit einer entsprechenden Halbierung des im Innern der Mutterkolonie befindlichen Gerüstwerks verbunden ist. In Engler und Prantls erstklassigem Werke („Die natürlichen Pflanzenfamilien", I. Teil, 1900) ist von diesen neuerlichen Feststellungen erfreulicherweise Notiz genommen worden.

Fig. 23.
Uroglena volvox.

Da jede Monade von Uroglena mit je zwei Geißelfäden (einem längeren und einem kürzeren) ausgestattet ist, welche Ruderbewegungen ausführen, die im gleichen Sinne erfolgen, so ist es möglich, daß die Gallertkugeln mit ziemlicher Geschwindigkeit durch das Wasser rollen. Ehrenberg erfand deshalb für diese zierlichen Flagellatenkolonien den Namen „Wälzendes Strahlenauge", womit vermutlich der Eindruck wiedergegeben werden sollte, den die Hunderte von goldgelben, glänzenden Punkten, mit denen die Uroglena-Kugel übersät ist, auf den naiven Beschauer machen. Dieser wird tatsächlich bei ihrem Anblick an Sehorgane erinnert werden, zumal da die roten Stigmen sich wie ebensoviele winzige Pupillen ausnehmen. Der Durchmesser der größeren Uroglena-Stöcke beträgt 0,20 bis 0,30 mm.

Zwischen diesen goldig schimmernden Kugeln trifft man öfters auch völlig blasse von fast gleicher Größe an, die aber nicht zu den Chrysomonadinen (wie Uroglena), sondern zu den Protomastiginen oder Urgeißlern im System gehören. Diese Kugeln bestehen aus durchsichtiger Gallerte, und die zelligen Individuen, welche die Form eines kleinen Rettichs haben, sind ihr eingelagert und besitzen hinten eine stielartige Verlängerung. Vorn tragen sie einen kragenähnlichen Fortsatz, aus dem die ziemlich lange Geißel hervorragt. Diese Gattung (Sphaeroeca) ist niemals sehr häufig vertreten, aber sie ist trotzdem eine regelmäßige Erscheinung im See- und Teichplankton.

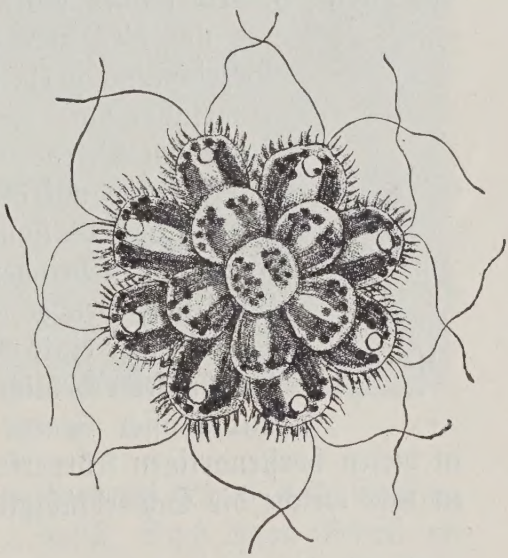

Fig. 24. Synura uvella.

Eine dritte Flagellatenform, die unsere stehenden Gewässer belebt, ist die in Fig. 24 abgebildete Synura uvella. Sie kommt namentlich zahlreich planktonisch in Moortümpeln vor Die kürbiskernförmigen Individuen, welche sich zu kugeligen Kolonien vereinigen, sind von einer häutigen Hülle umgeben, die mit zahlreichen kleinen Stacheln oder Borsten besetzt ist. Jede Einzelzelle ist mit zwei Geißeln ausgerüstet, welche so lang sind wie sie selbst. Mit Hilfe dieser Fäden können die Kugeln, welche eine dunkelgelbe Färbung besitzen, sehr rasch durchs Wasser eilen. Jedes Individuum schließt zwei Chromatophoren in sich und trägt einen Augenfleck; statt des letzteren können aber auch zahlreiche, zerstreut beieinander liegende winzige Körperchen von roter Färbung vorhanden sein. Ehrenberg bezeichnet dieses Wesen als „traubenartige Strahlenkugel". Er entdeckte sie zuerst in Gewässern bei Berlin (Tiergarten).

Recht sonderbare Wesen sind auch die sog. Pelzmonaden, welche in Gestalt von Mallomonas acaroides (Fig. 25) zu manchen Zeiten häufig im Plankton gefunden werden. Sie sind von ovaler oder von mehr länglicher Form, besitzen eine netzartig strukturierte Hülle, die aus runden Plättchen besteht, von denen steife, verkieselte, bogenförmig abstehende Borsten ausgehen. Unterm Mikro-

skop angeschaut, sehen diese Flagellaten wie winzige Milben aus, was ja auch in dem Speziesnamen zum Ausdruck gebracht wird. Im Innern des protoplasmatischen Körpers liegen zwei Chromatophoren. Ein Augenfleck ist nicht zu bemerken; dagegen befinden sich mehrere kontraktile Bläschen im Hinterende. Vom Vorderende geht eine lange Geißel aus, mit der das kleine Wesen langsame Bewegungen ausführt, um sich im Wasser vom Orte zu bewegen. Seine Länge beträgt nur 50—70 Tausendteile eines Millimeters; die Breite 8—16 solcher winziger Maßeinheiten, für die man — um dies hier gleich mit zu erwähnen — die Bezeichnung μ (d. h. den grichischen Buchstaben m) eingeführt hat. In der gesamten biologischen Literatur hat dieses μ stets die gleiche Bedeutung. Um sich bei der mikroskopischen Betrachtung die Kieselborsten der Mallomonaden möglichst scharf zur Anschauung zu bringen, läßt man eine kleine Portion Plankton, welches solche Flagellaten enthält, auf dem Objektträger eintrocknen. Dann treten die betreffenden Anhängsel erheblich deutlicher hervor, als wenn sie mit Wasser benetzt sind. Zweifellos haben wir es in diesen borstenartigen Körperfortsätzen ebenfalls mit Apparaten zu tun, welche die Schwebfähigkeit dieser Planktonten erhöhen.

Fig. 25. Mallomonas acaroides.

Es sind hier nur einige von den Geißelwesen der planktonischen Organismengesellschaft hervorgehoben und beschrieben worden; aber es gibt außerdem noch sehr zahlreiche andere Arten derselben, die zuweilen so massenhaft auftreten, daß sie dem Wasser durch ihre enorme Menge eine schon von weitem her sichtbare Färbung verleihen. In dieser Hinsicht ist vor allen übrigen Volvox minor, das bekannte „Kugeltierchen", zu erwähnen, welches durch sein leuchtend grünes Aussehen und seine Größe zu einer ziemlich auffälligen Erscheinung gestempelt wird. Dasselbe gilt von der etwas größeren, nahe verwandten Spezies V. globator, die aber weit seltener planktonisch vorkommt.

Im Sommer 1904 hatte ich zufällig Gelegenheit, eine geradezu riesige Entfaltung von Volvox minor und Volvox globator im Pfaffenteiche zu Schwerin i. M. zu beobachten, und ich gebe im nachstehenden einen kurzen Bericht über die Einzelheiten dieses biologisch interessanten Vorkommnisses. Jener Teich, der mitten in der genannten Residenzstadt gelegen ist, stellt ein langgestrecktes

Becken von 750 m Länge, 200 m Breite vor, welches eine durchschnittliche Tiefe von 4,5—5,0 m besitzt. Die mikroskopische Untersuchung des mit einem Gazenetzes aufgefischten Planktons ergab, daß dasselbe zum weitaus größten Teile aus Kolonien der erwähnten beiden Volvox-Arten bestand. Krustazeen waren nur in mäßiger Menge dazwischen bemerkbar. Nachdem ich nun mit Hilfe eines geeichten Schöpfers 25 l Wasser von der Oberfläche des Teiches entnommen und durch einen Gazefilter geseiht hatte, beschloß ich, durch Zählung festzustellen, wie viele Volvox-Kugeln wohl in dieser Flüssigkeitsmenge enthalten seien. Es ergaben sich auf diesem Wege einer quantitativen Untersuchung 17000 Kolonien, d. h. 680 Stück für das Liter. Das war mittags zwischen 12 bis 1 Uhr. Am Abend desselben Tages um 9 Uhr wiederholte ich dieses Wasserschöpfen und seihte abermals 25 l durch. Auch deren Gehalt an Volvox wurde der Zählung unterworfen, und es ließ sich konstatieren, daß nur 7000 Kolonien darin vorhanden waren, d. h. also nur 240 Kolonien pro Liter. Nun wiederholte ich dieselbe Prozedur am folgenden Tage morgens um 9 Uhr und erzielte bei dem gleichen Ermittlungsverfahren 13000 Stück Kolonien, also eine Ziffer, welche derjenigen, die sich tags zuvor mittags ergeben hatte, ziemlich nahesteht, wogegen aber das abendliche Ergebnis erheblich von den beiden Tagesresultaten abweicht.

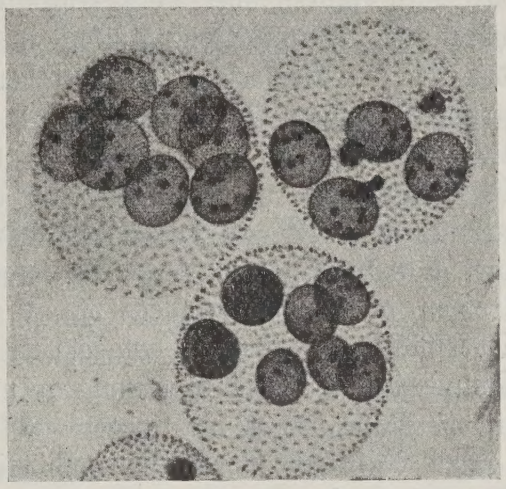

Fig. 26. Volvox minor.

Hieraus ergibt sich die Tatsache, daß die reichliche Hälfte der Volvox-Kolonien, welche am Tage direkt an der Oberfläche zu flottieren und zu assimilieren pflegen, bei Einbruch der Nacht langsam tiefer hinabsinken und von dort bei Wiederkehr des Tageslichtes alsbald emporsteigen, d. h. sie sind positiv heliotropisch, wie auch längst durch direkte Experimente im Laboratorium festgestellt worden ist. Interessant ist es aber immerhin zu wissen, in welchem Maßstabe diese Kugeltierchen auf die Einwirkung von Licht und Dunkelheit reagieren. Bei näherer Nachforschung ergab sich auch

noch das weitere bemerkenswerte Faktum, daß die bei Nacht an der Oberfläche flottierend bleibenden Kolonien zu allermeist jüngere und noch nicht in Fortpflanzung begriffene waren, wenn sie auch schon die Anlage der Tochterkolonien in ihrem Innern zeigten. Hiernach scheint es so, daß sich die jüngeren Volvox-Kugeln gegen die Einwirkung der Dunkelheit indifferent verhalten, wogegen die mit Dauersporen oder Tochterkolonien trächtigen Stöcke beim Aufhören der Assimilationstätigkeit infolge Lichtmangels ehebaldigst den tieferen Wasserschichten zustreben. Mindestens verhält sich die große Mehrzahl in solcher Weise; eine gewisse Minorität freilich, die ebenfalls in vorgeschrittener Fortpflanzung begriffen ist, bleibt trotzdem in nächster Nähe der Oberfläche schweben und nimmt nicht teil an der Tiefenwanderung. Es verhält sich mit diesen grünen Flagellaten also umgekehrt wie mit den Planktonkrebsen, die, wie wir sahen (vgl. V. Kapitel), nachts zahlreich zur Oberfläche emporsteigen, wogegen die Volvox-Kugeln mit sinkender Sonne in die Tiefe hinabtauchen und erst am nächsten Morgen in der Nähe des Wasserspiegels sichtbar werden.

Im Anschluß hieran sei noch mitgeteilt, daß auch noch eine Anzahl anderer Flagellatenspezies an der Komposition des Plankton teilnehmen, aber doch niemals in solcher Massenhaftigkeit auftreten wie die oben namhaft gemachten Arten. Ich begnüge mich damit, sie hier aufzuzählen. Es sind die folgenden: Eudorina elegans, Pandorina morum, Peridinium tabulatum, Gymnodinium fuscum und Glenodinium acutum.

XI. Planktonische Wurzelfüßer (Rhizopoden) und Infusorien.

Die bunte Mannigfaltigkeit der das Plankton zusammensetzenden Organismen ist mit Aufzählung der zahlreichen Arten von Krustazeen, Rotatorien und Flagellaten noch keineswegs erschöpft, sondern wir begegnen in unseren Fängen auch noch einer Menge anderer mikroskopischer Wesen, von denen sich einige durch einen sehr merkwürdigen Habitus auszeichnen und dadurch dem Gedächtnis des Beobachters unauslöschlich sich einprägen. Da begegnen uns zuweilen planktonische Wurzelfüßer in größter Anzahl. Als solche sind uns bis jetzt ein halbes Dutzend Arten bekannt geworden, nämlich die folgenden: Chrysamoeba radians, Cyphoderia ampulla, Difflugia hydrostatica, Actinophrys sol, Acan-

thocystis turfacea, Acanthocystis lemani und Raphidiophrys pallida.

Chrysamoeba ist ein sehr kleines Wesen, welches zahlreiche Protoplasmafortsätze (Pseudopodien) ausstreckt und im Innern seines Zellkörpers außer dem Kern auch noch zwei gelbe Chromatophoren trägt. Dazu besitzt es eine Geißel, die langsame Schwingungen macht. Im Großen Plöner See kommt diese Art zuweilen (im Hochsommer) sehr zahlreich vor; doch erscheint sie nicht jedes Jahr mit gleicher Häufigkeit.

Cyphoderia ampulla gehört zu den schalentragenden Wurzelfüßern. Ihr Gehäuse ist sehr zart, durchschimmernd und mit sechseckigen Felderchen ausgestattet; sie tritt meist nur sporadisch auf, kommt aber doch so konstant im Sommerplankton vor, daß man sie wohl mit zum Plankton rechnen muß. Auch legitimiert sie sich durch ihr dünnwandiges Gehäuse als Schwebform.

Difflugia hydrostatica kommt in manchen Jahren massenhaft und in anderen wieder gar nicht vor; sie ist aber in norddeutschen und schweizerischen Seen, sowie in amerikanischen Süßwässern von verschiedenen Beobachtern als unzweifelhafter Planktont nachgewiesen worden. Ihr Gehäuse ist sehr klein und hat einen kragenartigen Fortsatz. Zwischen dem Tiere und der oberen (inneren) Schalenkuppel befindet sich ein lufterfüllter Raum, welcher dem kleinen Geschöpf das andauernde Schweben in den oberen Wasserschichten ermöglicht. Nach meinen Beobachtungen dieser Difflugia im Großen Plöner See erscheint dieselbe meist in großer Menge, erreicht binnen einigen Tagen ihr Maximum und verschwindet ebensoschnell, wie sie aufgetreten ist.

Actinophrys sol gehört der Ordnung der Heliozoeen oder Sonnentierchen an. Es ist ein kugeliges Wesen, von dessen Oberfläche zahlreiche steife Pseudopodien ausstrahlen und dessen innere Körpermasse mit vielen Hohlräumen durchsetzt ist. Es nährt sich von einzelligen schwebenden Algen und ist sehr gefräßig. Nach Apstein findet es sich oft massenhaft im Plankton.

Acanthocystis turfacea ist ziemlich groß (100 bis 150 μ im Durchmesser) und mit zwei Sorten von gegabelten Stacheln versehen, welche den kugeligen Körper dicht umhüllen, und jeder Stachel sitzt mit einem besonderen Fußplättchen der Oberfläche des Tierchens auf. Ich habe diese Form zwar immer nur sporadisch, aber doch regelmäßig während des Sommers im Plankton vorgefunden.

Acanthocystis lemani (Fig. 27) wurde von dem schweizerischen Forscher Penard zuerst im Genfer See entdeckt und demgemäß benannt. Sie kommt aber auch, wie ich zuerst nachwies, sehr zahlreich in den norddeutschen Seebecken vor, besitzt hier aber nur eine sehr mäßige Größe (30—35 μ). Ihre Oberfläche ist über und über mit kurzen, trompetenförmigen Gebilden besetzt, zwischen denen lange, hohle Radialstacheln hervorragen. Beiderlei Elemente der Körperbedeckung sind stark kieselhaltig.

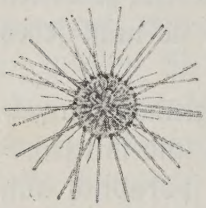

Fig. 27. Acanthocystis lemani.

Raphidiophrys pallida kommt meist in traubigen Anhäufungen (Kolonien) vor und ist gewöhnlich eine Herbsterscheinung im Plankton. Die kugeligen Einzelwesen hängen durch Verbindungsstränge zusammen und sind mit tangential zur Oberfläche gestellten, beiderseits zugespitzten Kieselnadeln umhüllt. Manche dieser Kolonien besteht aus 20—30 Individuen, von denen jedes einen Durchmesser von 80 μ hat

Aus der Infusorienklasse kommen hauptsächlich folgende Spezies planktonisch und fast durchweg in großen Mengen vor: Codonella lacustris, Tintinnidium fluviatile, Orphryoglena cypraea, Epistylis rotans, Dileptus trachelioides und Staurophya elegans.

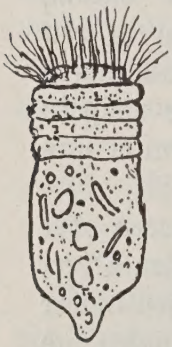

Fig. 28. Codonella lacustris.

Codonella lacustris steckt in einem spitzkugelähnlich geformten Gehäuse, aus dem nur der vordere Teil des Tieres und der Wimperbüschel hervorragt. Die Außenseite der sehr widerstandsfähigen Hülle, durch welche Codonella geschützt ist, erweist sich als mit kleinsten Quarzkörnchen und Diatomeensplittern tapeziert. Diese Art tritt oft in erstaunlich großer Anzahl auf und fehlt wohl kaum in irgendeinem größeren See.

Tintinnidium fluviatile gehört mit zu derselben Gruppe, besitzt aber im Gegensatz zu Codonella ein sehr zartes, notdürftig mit Fremdkörpern beklebtes Gehäuse, dessen Konturen im Wasser schwer wahrzunehmen sind. Es kommt zuweilen zahlreich vor, aber doch nicht in demselben Maße wie die vorige Art.

Ophryoglena cypraea ist eine neue, von mir zuerst für das Plankton bekannt gemachte Infusorienspezies, welche die äußere Form der Schale einer kleinen Porzellanschnecke besitzt, wobei der Mundschlitz des Infusoriums der spaltförmigen Öffnung des

Schneckengehäuses entspricht. Diese Ophryoglena ist eine Frühjahrsform in den holsteinischen Seebecken und gehört zu den größeren infusoriellen Lebensformen des Planktons.

Epistylis rotans ist eine der zierlichsten Schwebformen, die man sehen kann. Wie ein reich mit blassen Blumenknospen besetzter Stengel gleitet eine solche Epistylis-Kolonie durchs Wasser, indem sie sich dabei um ihre eigene Achse dreht. Diese Spezies wurde zuerst in den Teichen Böhmens entdeckt; sie war jedoch auch vorher schon aus den norddeutschen Seen bekannt, aber noch nicht getauft und näher beschrieben worden.

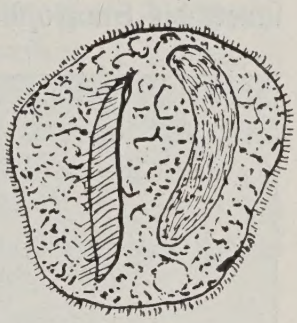

Fig. 29.
Ophryoglena cypraea.
Mit schlitzförmigen Mund und großem Kern.

Eine Dileptus-Art, die sich durch einen langen rüsselförmigen Fortsatz am Vorderende ihres ellipsoidischen Leibes auszeichnet (wodurch sie der Gattung Trachelius ähnlich wird), habe ich seinerzeit auch als planktonisch vorkommend angezeigt und D. trachelioides benannt. Es ist ein häufiges, während des ganzen Sommers als Mitglied der Schwebfauna in manchen Seebecken auftretendes Infusorium.

Eins der allermerkwürdigsten planktonischen Wesen ist aber die zuerst (1892) im Großen Plöner See von mir entdeckte freischwebende Staurophrya elegans, welche zu den Sauginfusorien (Suctoria) gehört, und die sich dadurch von allen übrigen Vertretern ihrer Sippschaft unterscheidet, daß sie nicht — wie diese — mit einem Stiel auf einer Unterlage festsitzt, sondern daß sie völlig losgelöst und frei sich von den Wellen schaukeln und forttreiben läßt. Dieses interessante Tier ist nach dem Schema einer vierseitigen Doppelpyramide gebaut, d. h. es besitzt drei Kreuzachsen, deren Endpunkte mit sechs zapfenartigen Hervorwölbungen zusammenfallen, welche von dem eigentlichen Infusorienkörper stereometrisch regelrecht ausgehen. Diese Polster sind die Träger zahlreicher Saugröhren (Tentakel), wovon jede an ihrem Ende ein kleines Knöpfchen trägt. Diese Organula können weit ins Wasser hinaus-

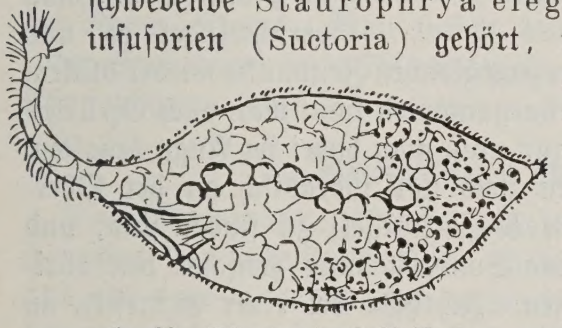

Fig. 30. Dileptus trachelioides.
Im letzten Leibesdrittel stets grüne Algen (Zoochlorellen) beherbergend.

gestreckt und auch langsam wieder zurückgezogen werden, falls das Tier ein kleines Beuteobjekt heranholen will. Diese langen, dünnen Arme gehen in großer Anzahl von jedem Polster aus, und man hat den Eindruck, als seien lange, feine Nadeln in ein winziges Kissen gesteckt worden. Mit diesen Saugwerkzeugen lauert die Staurophrya auf Nahrung, welche der Zufall ihr nahe bringt, und sobald ein Planktonwesen kleinster Art mit den Tentakelknöpfchen in Berührung kommt, bleibt es dort hängen und wird bis auf die letzte Spur seines Körperinhaltes ausgesogen. Dieses prächtig aussehende, aber raubgierige Infusorium kommt, meiner bisherigen Erfahrung nach, nur während der Monat April und Mai im Plankton vor; dann verschwindet es und läßt sich erst im nächsten Jahre zum gleichen Zeitpunkte wieder blicken.

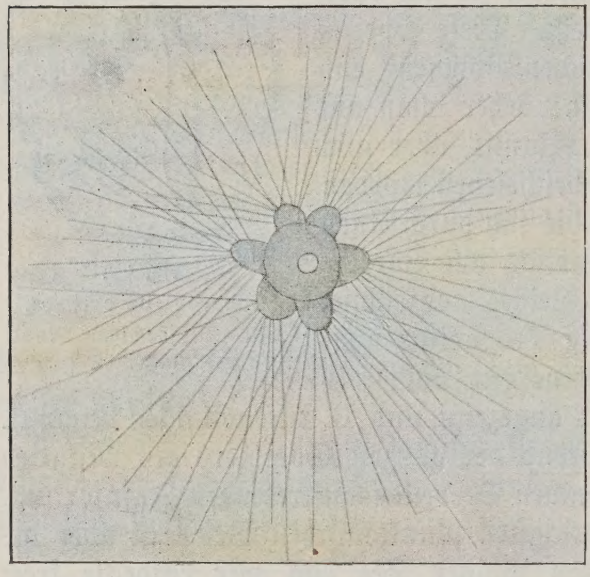

Fig. 31. Staurophrya elegans.

Zu den häufigeren Schweborganismen kann man auch Ophrydium versatile zählen; nur muß man dabei im Auge behalten, daß diese Infusorienkolonien stets nur sporadisch an der Oberfläche (oder dicht unter dem Wasserspiegel) zu finden sind, und daß sie in dieser Hinsicht eine Sonderstellung zwischen den übrigen Planktonwesen einnehmen. Ich habe bei einer Exkursion an die westpreußischen Seen (1886) Ophrydiumkolonien von Apfelgröße aufgefischt, in deren Gallerte viele tausend Einzeltiere zu einer riesigen Familie vereinigt waren.

Es ginge über den Rahmen dieses kleinen Buches hinaus, wenn alle jene Planktonwesen, die im obigen aufgeführt worden sind, durch Beigabe von Abbildungen veranschaulicht werden sollten. Es muß denjenigen Lesern, welche das Studium der Hydrobiologie und Planktonkunde eingehender betreiben wollen, anheimgestellt werden, sich unter Zuhilfenahme von Spezialwerken diejenigen Kennt-

nisse anzueignen, welche zu einem umfassenderen Verständnis des ganzen Gebiets erforderlich sind. Und da empfehle ich solchen, die sich genauer zu informieren beabsichtigen, in erster Linie das ältere, aber vortreffliche Werk von M. Perty (Zur Kenntnis kleinster Lebensformen, 1852). Es enthält zahlreiche Tafeln mit einer Fülle von farbigen Figuren. Ferner wäre zu benutzen: F. Blochmann, Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers (I, Protozoa) und auch B. Eyferths Naturgeschichte der mikroskopischen Süßwasserbewohner von W. Schönichen und A. Kalberlah. Besonders aber die mit 274 Textfiguren ausgestattete Schrift von A. Seligo, Tiere und Pflanzen des Seenplanktons (1909), durch die sich der Anfänger rasch und sicher über die Hauptformen der flottierenden Flora und Fauna orientieren kann.

XII. Die planktonischen Pflanzenformen.

Haben wir uns bisher vorwiegend nur mit den Tieren des Planktons und denjenigen Lebensformen beschäftigt, welche auf der Grenzscheide zwischen dem Tier- und Pflanzenreiche (Kap. X) stehen, so soll nun dieser Abschnitt den eigentlichen Mikrophyten oder Kleinpflanzen gewidmet sein, welche das rein vegetabilische Plankton bilden. Die allgemeine Bezeichnung für diese auf einer niedrigen Stufe der Entwicklung stehenden pflanzlichen Wesen ist der Name „Algen". Man spricht demgemäß von Bazillariazeen (oder Stabalgen), von Chlorophyzeen (oder Grünalgen) und von Cyanophyzeen (oder Blaualgen).

A. Bazillariazeen (Diatomeen).

Diese Algengruppe spielt im Plankton unserer großen Binnenseen eine sehr bedeutende Rolle. Jedes Individuum besteht hier nur aus einer mikroskopischen organischen Einheit (Zelle), und die den eigentlich lebendigen Inhalt derselben umschließende Haut ist von Kieselsäure durchdrungen, so daß sie einen festen Panzer darstellt. Der letztere hat aber die sonst im gesamten Pflanzenreiche nicht wiederzufindende Eigenschaft, sich aus zwei wie Schachtelboden und Schachteldeckel übereinander greifenden Hälften zusammenzusetzen; dabei ist er auch meist durch rippenartige Verdickungen, die einen zierlichen Anblick gewähren, widerstandsfähiger gemacht. Im Innern der Zellen sind immer gold- oder braungelbe Chromatophoren enthalten, deren Anzahl, Form und Anordnung für

manche Arten charakteristisch sind. Der Farbstoff selbst besteht aus Chlorophyll (Blattgrün), welches jedoch durch einen andern (gelben), den man Diatomin nennt, fast völlig verdeckt wird.

Von den Plankton-Bazillariazeen ist Asterionella gracillima (Fig. 32) eine der bekanntesten Spezies. Die Einzelwesen sind in sternförmigen Verbänden angeordnet und gewähren bei stärkerer Vergrößerung (100- bis 150facher) einen ganz reizenden Anblick. Jeder Strahl eines solchen Sternes hat eine Länge von 75 bis 100 μ und ist oben mit einer kleineren und unten mit einer größeren köpfchenartigen Anschwellung versehen. Das obere Köpfchen ist stets mit einer geringen Einschnürung von dem Strahle, der sich nach dem freien Ende zu verjüngt, abgesetzt. Fehlt diese Einschnürung, so haben wir Asterionella formosa vor uns, die ebenfalls zu den Schwebformen gehört, aber meist nur in flacheren Gewässern vorkommt. Bei dieser letzteren Spezies berühren sich die Individuen im Zentrum auch längs einer kurzen Linie, wogegen sie dies bei A. gracillima bloß in einem einzigen Punkte tun. Die Winkel, welche die schlanken Speichen miteinander bilden, sind nicht immer gleich; sie schwanken zwischen 45 und 60 Grad. Oft kommt es bei üppigerer Vermehrung der Individuen auch zu Kettenbildung, indem der Verband nicht mit 7 bis 8 Strahlen abschließt, sondern unter Innehaltung eines Schraubengangs einen zweiten Stern zur Formation bringt. Diese Sterne haben ein ausgezeichnetes Schwebvermögen, welches noch dadurch verstärkt wird, daß sich zwischen den einzelnen Speichen zarte Schleimmembranen bilden, etwa so wie ein dünner Seidenstoff über die gebogenen Stäbe eines Sonnenschirmes gespannt wird. M. Voigt machte im Laboratorium der Plöner Station diese Ausscheidungen seinerzeit durch Färbung mit Karbolfuchsin sichtbar und lieferte auf diese Weise einen schönen Beitrag zur Biologie der in Rede stehenden Planktonwesen. Der Nachweis der vorhandenen Membranen gelingt aber nur an völlig frischem und lebenskräftigem Material. Ein passender deutscher Name für Asterionella würde sich ungesucht in der Bezeichnung „Sternalge" darbieten, der tatsächlich auch schon von einigen Forschern akzeptiert worden ist.

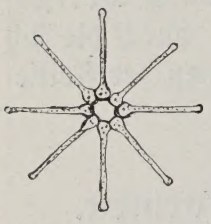

Fig. 32. Asterionella formosa.

Eine andere häufig auftretende Bazillariazee ist die sogenannte Kammalge (Fragilaria crotonensis). Die Ähnlichkeit mit einem

Kamm entsteht durch die Aneinanderreihung der schmalen Individuen zu einem Verbande, wobei dieselben (Fig. 33) in der Mitte fest verbunden bleiben, während ihre verschmälerten Enden wie die Zinken eines Kammes frei hervorragen und auch so wie diese in kleinen Abständen aufeinander folgen. Es gehen nicht selten 150 bis 180 Individuen in einen solchen Verband ein. Diese staubkammähnlichen Bänder sind gewöhnlich völlig ebene Gebilde; doch kommen in manchen Seen auch solche dazwischen vor, welche in einer halben Windung spiralig um ihre Längsachse gedreht sind. Die Individuen sind gewöhnlich 3 bis 6 μ breit und 60 bis 160 μ lang. Man unterscheidet also schmale, mittelbreite und sehr breite Fragilaria-Bänder. Um ein recht deutliches Bild von denselben zu erhalten, läßt man Plankton, worin sie enthalten sind, auf dem Objektträger eintrocknen. Ein derartiges Präparat unterm Mikroskop angesehen nimmt sich sehr zierlich aus und läßt zuweilen auch das irisierende Farbenspiel dünner Blättchen wahrnehmen.

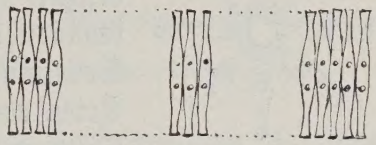

Fig. 33. Fragilaria crotonensis.

Durchmustert man Asterionella- oder Fragilaria-Plankton recht genau, so sieht man nicht selten ganz kleine Organismen auf demselben sitzen, die zu den Flagellaten (Diplosiga) gehören. Ihr winziger, birnförmiger Leib trägt am Vorderende einen kragenartigen Fortsatz, und innerhalb dieses steht ein zylindrisches Rohr, aus dessen Mündung eine lange Wimper hervorragt, welche schlagende Bewegungen ausführt. Auf einem einzigen Asterionella-Stern zählte ich manchmal 20 bis 30 solcher Flagellaten. An Fragilaria kommt dieselbe Art vor, aber niemals in solcher Anzahl wie auf der erstgenannten Bazillariazee.

Der Sternalge äußerst ähnlich, aber nicht so allgemein in den Seen verbreitet, ist Tabellaria asterionelloides (Fig. 34), die bisher nur aus einigen schweizerischen und amerikanischen Gewässern bekannt war. Ich habe sie inzwischen aber auch in einer größeren Anzahl norddeutscher Seen vorgefunden. Am zahlreichsten ist sie wohl im Züricher See anwesend, wo sie zuweilen die vorherrschendste Form im sommerlichen Plankton bildet. Während der wärmeren Sommermonate sieht man von dieser Bazillariazee nur sternförmige Verbände; mit Eintritt der kühlen Jahreszeit treten aber auch solche von Kettenform auf. Der Zusammenhang

zwischen den einzelnen Individuen wird, wie die genaue Untersuchung lehrt, durch Gallerttröpfchen bewirkt, die von der Alge selbst zur richtigen Zeit ausgeschieden werden. In unserer Fig. 34 sind die beiderseitigen Ausbuchtungen des Kieselpanzers (Frustel) etwas zu stark gezeichnet; man muß sie sich etwas weniger akzentuiert vorstellen.

In fast jedem Plankton kommen auch Cyklotellen (Scheibenalgen) vor, welche kreisrunde Miniaturschächtelchen darstellen, deren Deckel und Boden eine aus Strahlen (Rippen) und Punkten komponierte Zeichnung besitzen (Fig. 35). Von oben her gesehen erscheinen diese Bazillariazeen kreisrund, in der Seitenansicht aber rechteckig. Es gibt zahlreiche Arten von Cyclotella, wovon die größten einen Durchmesser von 40 bis 50 μ haben. Besonders hervorzuheben ist auch noch die Gattung Melosira, deren Vertreter aus gegliederten, steifen Fäden bestehen, die meist schwach gebogen sind. In den holsteinischen Seen machen sie in den Monaten März und April gewöhnlich die Hauptmasse des Planktons aus.

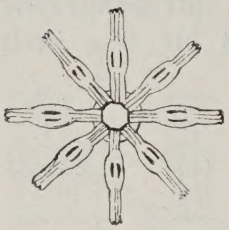

Fig. 34. Tabellaria asterionelloides.

Eine der bekanntesten Spezies dieses Genus ist Melosira granulata, die in beistehender Fig. 36 zur Anschauung gebracht wird. Die als Individuen zu betrachtenden Glieder eines solchen Fadens gleichen einer hohen zylindrischen Schachtel (etwa einem Fernrohrfutteral), stellen sich quer und bleiben mit den Schalenseiten aneinander haften.

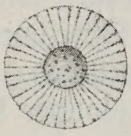

Fig. 35. Cyclotella comta, var. radiosa.

Fig. 36. Melosira granulata.

Mitunter kommen im pflanzlichen Plankton auch lange, nadelförmige Bazillariazeen (Fig. 37) vor, welche zu gewissen Zeiten sich stark vermehren und dann in jedem mikroskopischen Präparate, welches man aus den betreffenden Fängen herstellt, in Menge zu finden sind. Es handelt sich da um Repräsentanten der Gattung Synedra und in jenen Nadeln speziell um S. delicatissima. Dieses Planktonwesen erreicht in manchen Seen eine Länge von 400 bis 450 μ, also nahezu die Größe eines halben Millimeters. Bei der Mehrzahl der planktonischen Bazillariazeen hat die Natur Vorkehrungen getroffen, um deren Schwebfähigkeit zu

steigern. Da die pflanzlichen Organismen, welche an der Komposition des Planktons teilnehmen, keinerlei Werkzeuge besitzen, mit denen sie aktive Schwimmbewegungen ausführen und sich durch diese vor dem verderblichen Untersinken bewahren können, so mußte derselbe „Zweck" auf andere Weise erreicht werden, und das geschah auf verschiedenen Wegen. Reichliche Fettabscheidung im Zellkörper der im freien Wasser flottierenden Bazillariazeen wirkt schon kräftig als Auftriebsmittel; nicht minder aber hat der Zusammenschluß zahlreicher Einzelwesen, wie er in den Verbänden von Fragilaria crotonensis, Asterionella, Tabellaria etc. vorliegt, eine beträchtliche Oberflächenvergrößerung zur Folge, die einen Widerstand gegen das Sinken gewährt. Eine Wirkung ganz derselben Art üben auch die borstenartigen Fortsätze aus, welche von den Panzern mancher Bazillariazeen ausgehen und ihnen meist ein eigenartiges Aussehen verleihen. Dies letztere ist z. B. der Fall bei zwei ganz typischen Schwebpflänzchen des Süßwassers, welche im Jahre 1890 von mir entdeckt wurden.

Fig. 37. Synedra delicatissima.

In Fig. 38 sehen wir Attheya Zachariasi, die eine von diesen beiden neuen Formen. Ihr Panzer ist von abgeplatteter Gestalt und sehr dünnwandig; seine Länge ist 100 μ bei einer Breite von 20 und einer Höhe von 5 bis 6 μ. Hinten und vorn ist derselbe bogenförmig ausgeschnitten, so daß vier zipfelartige Fortsätze entstehen, welche in die etwa 70 μ langen Borsten auslaufen. An Trockenpräparaten erkennt man, daß sich zwischen die beiden beborsteten Panzerhälften jederseits eine Reihe von Gürtelbändern einschiebt, die nach Art einer Verzahnung von hüben und drüben ineinandergreifen. Die Chromatophoren sind in obiger Figur nicht mitgezeichnet. Dieselben sind von goldgelber Farbe und zu vieren um den in der Mitte liegenden Zellkern gruppiert. Im Protoplasma der Attheya sind stets auch noch einige kleine Fettropfen vorhanden.

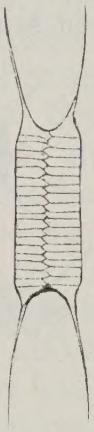

Fig. 38. Attheya Zachariasi.

Fig. 39 stellt Rhizosolenia longiseta dar. Der Panzer ist bei derselben gleichfalls etwas abgeplattet und daher kommt es, daß die Breite der Exemplare, je nachdem man sie von der einen oder der anderen Seite sieht, zwischen 4 und 6 μ schwankt. Im übrigen ist die Gestalt der Zelle in der Figur wiedergegeben. An beiden

Enden ist dieselbe zugespitzt und jederseits mit einer langen (anscheinend hohlen) Borste versehen, die sich unmeßbar fein nach oben zu verdünnt. Beide Borsten sind von annähernd gleicher Länge (110—130 μ), doch habe ich auch mehrfach Verschiedenheiten in dieser Hinsicht beobachtet. Dasselbe gilt von der eigentlichen Zelle, welche durchschnittlich 150 μ lang ist. Der Panzer von Rhizosolenia zeigt ein ähnliches Ineinandergreifen der Gürtel-

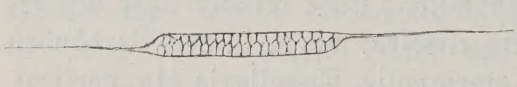

Fig. 39. Rhizosolenia longiseta.

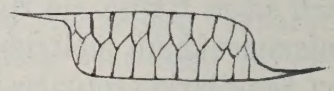

Fig. 40. Rhizosolenia commensis.

bandzungen (Fig. 39), wie wir dies bei Attheya antrafen. Bei letzterer ist diese Struktur jedoch weit deutlicher wahrzunehmen als hier, wo wir eine sehr intensive und seitlich einfallende Beleuchtung (bei entsprechender Tiefstellung des Spiegels) anwenden müssen, um die Felderung mit voller Schärfe zu erkennen.

Das Überraschende obiger beider Funde liegt darin, daß wir es dabei mit zwei Gattungen zu tun haben, die sonst nur im Meere vertreten sind. Daß solche interessante Wesen so lange unentdeckt bleiben konnten, kommt wohl daher, daß sie äußerst durchsichtig sind und daß ihre zarten Konturen für gewöhnlich nicht deutlich genug im Gesichtsfeld des Mikroskops hervortreten.

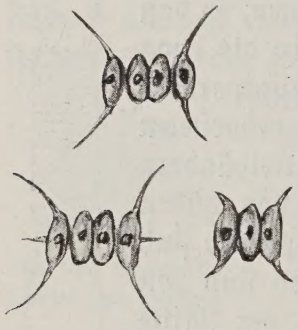

Fig. 41.
Scenedesmus quadricauda.

Mit Rhizosolenia longiseta nahe verwandt ist die gleichfalls im Süßwasser vorkommende Rhizosolenia eriensis (Fig. 42, 4), von der ich aber nur die Varietät comensis (aus dem Comer See) durch eigene Anschauung kenne. Bei dieser ist die Zelle viel breiter (15—18 μ), während sie in der Länge (70 μ) etwa mit longiseta übereinstimmt. Dagegen sind die Endborsten dieser Form (Fig. 40) bei weitem kürzer als bei jener Spezies, nämlich nur 35—40 μ lang.

Die Fortpflanzung von Attheya sowohl wie von Rhizosolenia geschieht den ganzen Sommer über durch einen bisher noch nicht spezieller untersuchten Teilungsvorgang. Im Herbste jedoch kommt es bei beiden zur Ausbildung von Sporen, von denen im Frühjahr die Entwicklung der neuen Generation ausgeht. Attheya ist

übrigens eine ausgesprochene Sommerform, wogegen ich Rhizosolenia wiederholt auch in Seebecken angetroffen habe, die nahe am Zufrieren waren.

B. Chlorophyzeen (Grünalgen).

Für das Plankton kommen nur wenige Formen aus dieser Abteilung in Frage; im allgemeinen bloß Scenedesmus quadricauda (Fig. 41), Pediastrumarten (Fig. 42), Staurastrum gracile (Fig. 43) und Sphaerocystis schroeteri (Fig. 44).

Die hierneben veranschaulichte Scenedesmus quadricauda kommt meist in Verbänden (Coenobien) von vier spindelförmigen Zellen vor, wovon die beiden zu äußerst stehenden an ihren Enden gekrümmte, borstenartige Fortsätze tragen. Aber die Länge und Dicke der Einzelzellen ist sehr variabel, und gelegentlich sind die Seitenzellen auch ohne die krummen Endborsten zu sehen. Man konstatiert die Anwesenheit von Scenedesmus quadricauda und anderer Spezies dieser Gattung vornehmlich in flacheren Gewässern (Teichen), insbesondere wenn dieselben den Zuflüssen von Jauche ausgesetzt sind.

Die Pediastren sind kreisförmige oder elliptische Gebilde, die aus polyedrischen Zellen bestehen, wovon die den Rand der grünen Scheibe bildenden anders gestaltet (z. B. tiefer ausgebuchtet) sind als die übrigen. Die meisten Arten sind von äußerster Zierlichkeit und regelmäßigstem Bau, so daß sie zu den schönsten Objekten der mikroskopischen Pflanzenwelt gehören. Schon bei geringer Vergrößerung gewähren sie einen ungemein fesselnden Anblick. An den peripherischen Zellen des Pediastrum duplex und seinen Varietäten konstatierte ich schon vor längerer Zeit (1898) die Ausbildung von merkwürdigen Borstenbüscheln (Fig. 42, 1—3), in welchen ich eine bisher noch nicht beobachtete Form von Schwebapparaten erblicken zu sollen glaube. Das um so mehr, als ich an den breitflächigeren Randzellen (Fig. 42, 1) nur kürzere solche Büschel, an den schlanker gestalteten hingegen längere borstenartige Ausläufer wahrnahm (Fig. 42, 2). Es steht dies damit im Einklange, daß die breiteren Randzellen der einen Varietät einen größeren Formwiderstand besitzen und demgemäß nicht so leicht untersinken als die stärker ausgebuchteten Zellen der beiden anderen Varietäten. Mithin liegt hier ein besonders überzeugendes Beispiel dafür vor, daß solche Oberflächenvergrößerungen den planktonischen Spezies bei ihrer flottierenden Lebensweise in hohem Grade zustatten kommen.

Ich wies das Vorhandensein solcher speziell dem Schwebleben angepaßten Pediastren zuerst in Fischteichen der sächsischen Lausitz nach; einige Jahre später wurden sie von M. Marsson aber auch in Gewässern der Umgebung von Berlin aufgefunden. Man bekommt die Borstenbüschel an denselben am deutlichsten zu Gesicht, wenn man das betreffende Plankton auftrocknen läßt und es dann mit stärkeren Linsen durchmustert. Überraschenderweise sind unlängst

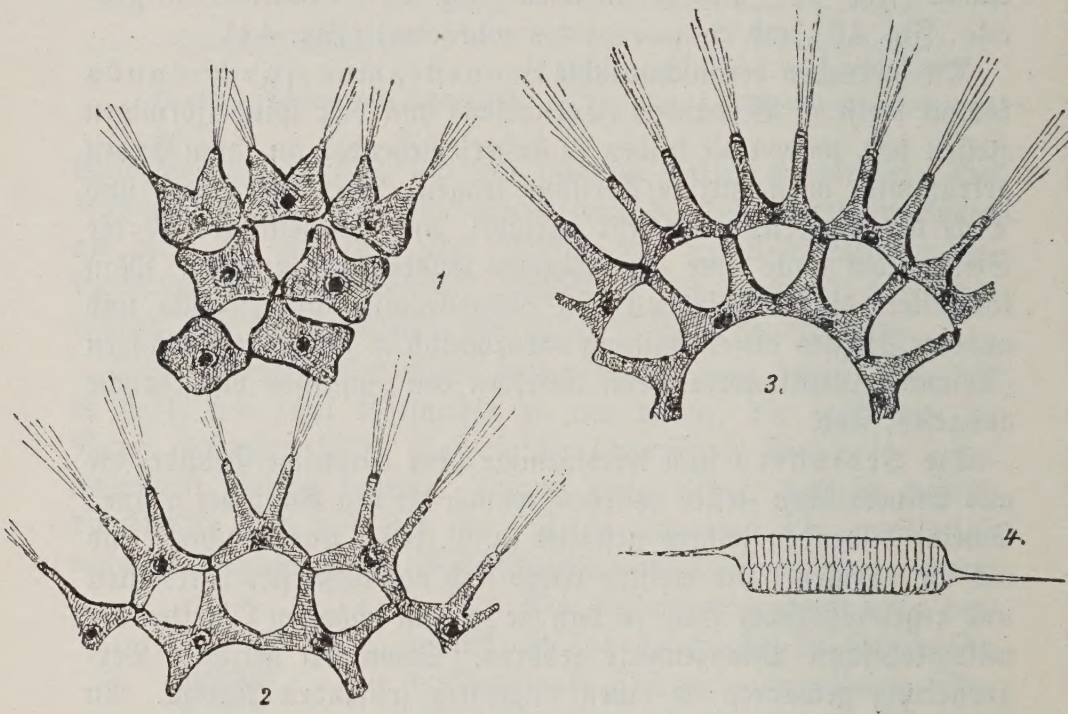

Fig. 42. Pediastrum duplex (1—3). Rhizosolenia eriensis (4).

Pediastren mit ganz gleichen Borstenpinseln auch aus einem See bei Honolulu bekannt geworden (vgl. E. Lemmermann: Planktonalgen 1899).

Staurastrum gracile war längere Zeit hindurch die einzige Desmidiazee, welche man als planktonisch lebend kannte. Jedes Individuum dieser Alge besteht aus zwei Hälften, die durch eine tiefe Einschnürung (Fig. 43, a) voneinander getrennt sind. In der Scheitelansicht (43, b) zeigt sich uns das Bild eines dreistrahligen Sternes, dessen Arme kleinste Stachelkränze (hintereinander gereiht) in größerer Anzahl tragen. In jeder Zellhälfte ist ein achsenständiger, aus radialen Platten bestehender Chromatophor von hellgrüner Färbung vorhanden. Neuerdings hat man

noch mehrere freischwebend im Wasser lebende Desmidiazeen kennen gelernt, so z. B. Staurastrum limneticum aus dem Wakatipusee (Neuseeland) und verschiedene Closteriumspezies aus einheimischen Gewässern (Cl. pronum, var. longissimum, Cl. linea usw.).

Sphaerocystis Schroeteri (Fig. 44) ist zu Ehren des verdienstvollen schweizerischen Planktonforschers C. Schröter (Zürich) so benannt, der sie entdeckt hat. Sie bildet flottierende Gallertkolonien, in denen grüne Zellen enthalten sind, die, meist zu vieren angeordnet, kleine Gruppen bilden. Die Gallerte ist ganz homogen und durchsichtig. Diese Schwebalge findet sich zahlreich in allen größeren Seen, ist aber früher immer übersehen worden. Wir kennen sie erst seit 1896.

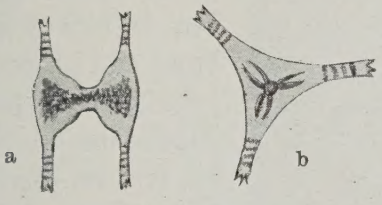

Fig. 43. Staurastrum gracile.

Fig. 44. Sphaerocystis Schroeteri.

C. Cyanophyzeen (Blaualgen).

Algen, welche zu dieser Gruppe gehören, erkennt man leicht an der Färbung ihres Zellinhalts, welcher entweder blaugrün, spangrün oder auch gelblich aussieht. Zu ihnen zählen u. a. auch diejenigen Planktonpflanzen, welche das Phänomen der sog. Wasserblüte hervorrufen. Dieses besteht darin, daß sich manche derartige Vertreter des vegetabilischen Planktons zu gewissen Zeiten ganz außergewöhnlich zahlreich vermehren und dann in die obersten Wasserschichten aufsteigen, die dadurch wie mit einer rahmigen, grünen Haut bedeckt erscheinen. Der Volksmund sagt in solchen Fällen, daß das Wasser „blühe", und die Anwohner von Seen wissen aus ihrer langjährigen Erfahrung, daß dies ein Vorgang ist, der nur wenige Tage anhält. Die Fähigkeit dazu, daß die Algen aus den mittleren Wasserschichten empor in die oberen sich zu begeben vermögen, beruht darauf, daß im Innern ihrer Zellen kleinste Hohlräume vorhanden sind, die sich mit Gas anfüllen und sie spezifisch leichter machen. Man weiß zurzeit zwar noch nicht, welche Luftart es ist, die den Aufstieg dieser Planktophyten bewirkt, aber H. Klebahn hat nachgewiesen, daß es sich zweifellos um ein Gas dabei handelt, welches durch Druck aus den Vakuolen

der Algenzellen herausgepreßt werden kann, so daß dann letztere sofort ihre Schwebfähigkeit einbüßen.

Die hinsichtlich ihrer Häufigkeit und massenhaften Vermehrung hauptsächlich in Betracht kommenden Spezies solcher Wasserblüten-Algen sind die folgenden:

Fig. 45. Clathrocystis aeruginosa.

1. Clathrocystis aeruginosa (die spangrüne Gitteralge). Sie besteht aus kugeligen Zellen von 3—4 μ Durchmesser, die durch eine helle Gallerte zusammengehalten werden, so daß es zur Bildung von unregelmäßig gestalteten Fetzen und Flocken kommt (Fig. 45), die frei im Wasser umhertreiben. Diese Art ist wohl die am häufigsten auftretende, und sie hat die Eigentümlichkeit, auf weithin einen widrigen, die Atmungsorgane reizenden Geruch zu verbreiten, der einem kleinen stagnierenden Gewässer in der Nähe von Berlin, wo Clathrocystis alljährlich üppig zur Entfaltung kommt, den Namen „Stinksee" eingebracht hat. Diese Algenausdünstung erinnert lebhaft an den widerwärtig riechenden Schwefelalkohol (Merkaptan) und ist so intensiv, daß man eine üppige Clathrocystis-Vegetation schon von weitem wittern kann. Diese Schwebalge ist allen baltischen Seebecken heimisch, und man hat sie auch in der Schweiz konstatiert. In Amerika ist sie gleichfalls vorhanden, und Parker fand sie in vielen Gewässern, welche das Bostoner Trinkwasser liefern.

Fig. 46. Anabaena spiroides.

2. Anabaena flosaquae (die Rosenkranzalge). Diese Art besteht aus geknäulten, relativ langen Fäden, die aus aneinandergereihten Zellengebildet sind und deshalb an einen Rosenkranz erinnern. Es gibt aber auch eine Spezies (Fig. 46) dieser Gattung, bei welcher die Fäden die Form einer Spirale besitzen (A. spiroides); diese ist aber lange nicht so häufig zu finden als die typische Anabaena.

3. Coelosphaerium kützingianum. In dieser Schwebalge haben wir kleine kugelige Zellkolonien vor uns, welche einen Durchmesser von 100 μ besitzen. Die Zellen selbst zeigen keine intensive Färbung; sie sind im Innern einer Hohlkugel angeordnet und wahrscheinlich auch mit einer Luftart erfüllt, welche sie zu andauerndem Schweben befähigt.

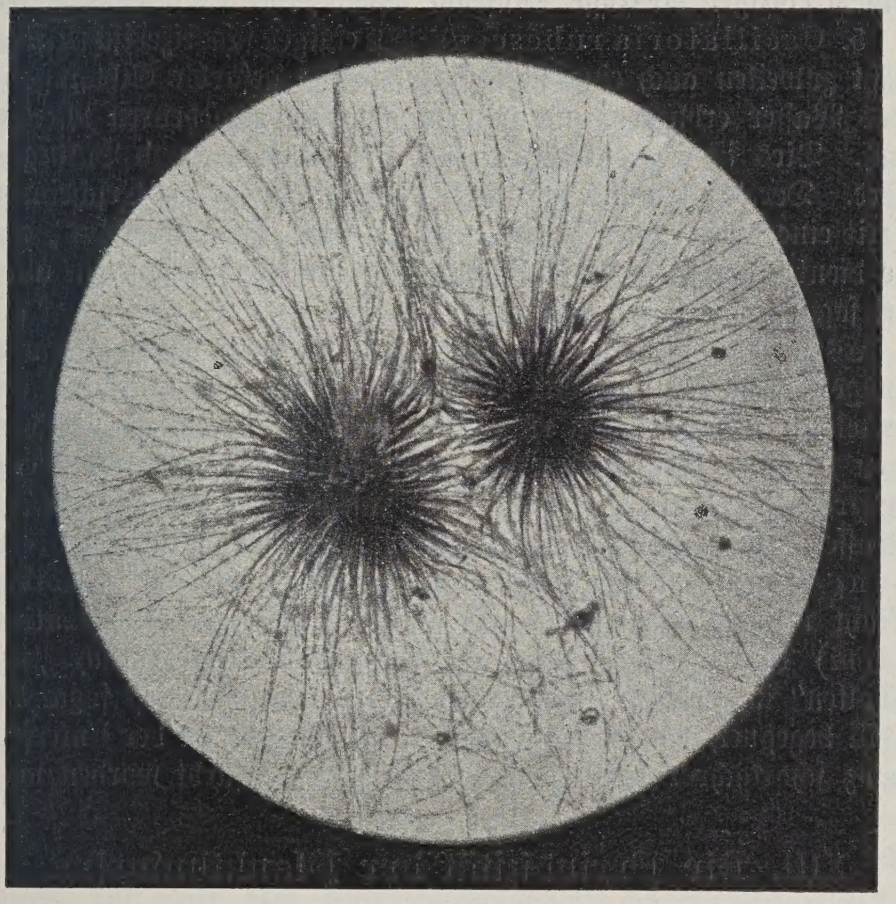

Fig. 47. Gloeotrichia echinulata.

4. Gloeotrichia echinulata (Fig. 47). Wegen der zahlreichen feinen Ausläufer, welche die Fäden jeder Kolonie zurzeit des Maximums ihrer Entwicklung besitzen, hat man dieses Planktonwesen „Gallerthaaralge" genannt, und der Name hat sich schon ziemlich eingebürgert, weil er wirklich zutreffend ist. Später gehen diese langen haarähnlichen Fadenenden verloren, und die Kolonien bekommen ein stachliches, igelartiges Aussehen, woraus sich die Speziesbezeichnung echinulata (von Echinus = Igel) erklärt. Jeder Faden trägt am Grunde eine sogenannte Grenzzelle von

10 μ Durchmesser. Dann folgen Zellen von viel geringerem Durchmesser (2 μ), die nach oben zu fortgesetzt an Größe abnehmen. Der Durchmesser der ganzen Kolonie ist reichlich 1 Millimeter. Im Großen und Kleinen Plöner See tritt diese Art in den Monaten August und September als starke Wasserblüte auf und flottiert so zahlreich in der Nähe der Oberfläche, daß man mit einem einzigen Netzzuge Tausende davon erbeuten kann.

5. Oscillatoria rubescens. In einigen schweizerischen Seen läßt zuweilen auch eine schwach purpurrot gefärbte Schwingalge das Wasser erblühen und tritt in geradezu ungeheuren Mengen auf. Dies ist namentlich der Fall im Murtener und Baldegger See. Der Volksmund bezeichnet dann die auffällige Erscheinung (mit einer historischen Anspielung) als das „Burgunderblut", und so dient ein rein biologischer Vorgang zur Illustration von allerlei sagenhaften Erzählungen.

Es sei hierbei noch erwähnt, daß in kleineren Wasseransammlungen ebenfalls eine Art Wasserblüte von roter Färbung eintreten kann; aber dann rührt sie nicht von Fadenalgen, sondern von gewissen Geißelwesen her, die oft in staunenswerter Menge auftreten und dann gleichfalls einen rasenartigen Überzug auf dem Wasser bilden. Als solche Flagellaten sind namentlich Euglena sanguinea und Astasia haematodes bekannt geworden. Nicht minder vermag ein sehr großes Bakterium (Chromatium okeni) durch seine ungeheure Vermehrung gelegentlich „rote Wolken" in Teichen und Gräben zu erzeugen. Mir ist sogar der Fall begegnet, daß das Eis in einem Fischteiche an der Unterseite ganz scharlachrot durch dieses Chromatium gefärbt worden war.

XIII. Die Periodizität der Planktonwesen.

Jeder, der sich praktisch-wissenschaftlich mit dem Plankton beschäftigt, muß alsbald die Wahrnehmung machen, daß die Zusammensetzung der Fänge, die in einem bestimmten Teich oder See fortgesetzt zu Untersuchungszwecken gemacht werden, nicht immer dieselbe bleibt. Arten, welche vor 4 Wochen noch durch eine Unmasse von Individuen vertreten waren, zeigen heute eine auffällige Abnahme, und nach weiteren 14 Tagen wird möglicherweise kein einziger Repräsentant derselben mehr aufzufischen sein. Im Gegensatz dazu nehmen andere Spezies viel länger an der Komposition des Planktons teil; aber auch sie haben Zeiten von Seltenheit

und Häufigkeit ihres Vorkommens. Wieder andere bleiben bloß wenige Tage nach ihrem ersten Erscheinen in den Fängen bemerkbar und verschwinden dann ebenso plötzlich, wie sie aufgetreten sind. Noch andere Organismen, wie z. B. die Schafklauenmuschel (Dreissensia polymorpha) gehören nur im Jugendzustande (als Larven, die mit einem Wimperapparat versehen sind) dem Plankton an; später aber setzen sie sich in der Uferzone fest und führen nie mehr ein flottierendes Dasein.

Bei einem näheren Studium dieser merkwürdigen Periodizitätsphänomene ergibt sich, daß alle Mitglieder der planktonischen Flora und Fauna dem Gesetze einer gelegentlichen Zu- und Abnahme hinsichtlich der Individuenzahl (bzw. dem zeitweiligen Erlöschen) verfallen. Wenn wir aber diese Frage mit wissenschaftlicher Gründlichkeit behandeln wollen, so müssen wir die verschiedenen Organismen, welche zu einer gewissen Jahreszeit in einem bestimmten Wasserquantum enthalten sind, zählen, und die so für die einzelnen Spezies gewonnenen ziffernmäßigen Resultate können dann mit solchen, welche auf dieselbe Weise in Zwischenräumen von einigen Wochen oder Monaten zur Feststellung gelangen, verglichen werden. Hierdurch ist es möglich, Unterlagen für eine richtige Beurteilung der qualitativen und quantitativen Veränderungen zu bekommen, denen das Plankton eines Sees während der Zeitdauer eines Jahres ausgesetzt ist. Man bedient sich zum Ausführen der für diesen Zweck benötigten genauen Fänge eines sogenannten quantitativen Planktonnetzes, wie es vom Präzisionsmechaniker A. Zwickert (Kiel) für 30 Mark geliefert wird. Mit diesem Seihapparat fischt man vertikal (vom still liegenden Boote aus) jedesmal an einer geeigneten Stelle, welche der mittleren Tiefe des betreffenden Sees entspricht, konserviert den gemachten Fang und notiert auf einer dem Aufbewahrungsglase angeklebten Etikette das Datum. Alle diese Fänge sind später unter sich vergleichbar, weil jeder von ihnen den Organismengehalt einer und derselben Wassersäule repräsentiert. Indem man nun mit Hilfe einer geeichten Pipette kleine Portionen jedes einzelnen Fangs (unter dem Mikroskop) wirklich durchzählt und den Gehalt des bezüglichen Fanges (an einer bestimmten Art) rechnungsmäßig auf dem Wege der Multiplikation ermittelt, so kann man, da die Größe der Netzöffnung bekannt ist, leicht feststellen, wie viele Individuen von einer Spezies zu einem bestimmten Zeitpunkte unter 1 Quadratmeter Wasseroberfläche vorhanden gewesen sind. Wir stellen auf

diese Weise nicht nur die Maxima und Minima der planktonischen Wesen fest, sondern informieren uns auch über die langsamere oder raschere Vermehrung derselben, über das Zahlenverhältnis, in dem die weiblichen zu den männlichen Tieren stehen, wieviel Eier oder junge Tiere zu einer gewissen Zeit vorhanden sind und dergleichen. Aus den so erhaltenen Daten lassen sich unter Umständen weitreichende Schlußfolgerungen ziehen, und die scheinbar trockenen Zahlen können zur Feststellung sehr interessanter biologischer Tatsachen dienen, welche durch direkte Beobachtung niemals hätten erzielt werden können.

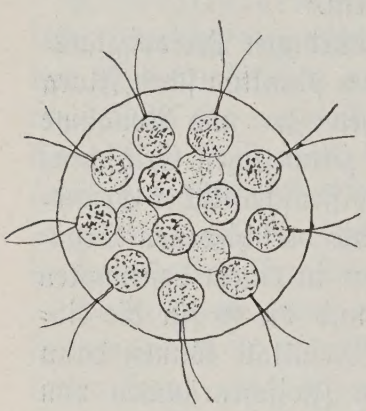

Fig. 48. Eudorina elegans.

Der Urheber dieser scharfsinnig erdachten Methodik ist der Kieler Physiologe und Planktonforscher V. Hensen, und wer sich mit den Details derselben bekannt machen will, muß die darüber vorliegende Originalabhandlung zur Hand nehmen.[1]) Unter Anwendung dieser sogenannten „Zählmethode" habe ich in den Jahren 1894 und 1895 quantitative Untersuchungen über das Plankton des Gr. Plöner Sees angestellt, aus denen ich im nachstehenden einige Mitteilungen mache. Dadurch wird helleres Licht auf die grandiose Fülle von Leben fallen, die in unseren süßen Gewässern jahraus, jahrein vorhanden ist, bzw. zur Entwicklung gelangt.

Im allgemeinen läßt sich in allen unseren größeren Seen ein Winter- und ein Sommerplankton unterscheiden, wozu aber noch zwei engere Kategorien treten können, die für den Herbst und das Frühjahr charakteristisch sind. Im Oktober und November herrschen z. B. die Kopepoden in einem solchen Grade vor, daß wir beinahe reines (monotones) Kopepodenplankton vor uns haben, und während der Zeitspanne von März bis Mai wuchern fast alljährlich die Bazillariazeen so üppig, daß dann beinahe allein ihnen die Herrschaft im Plankton zukommt. Zum pflanzlichen Frühjahrsplankton gehören in manchen Seen ausgesprochenermaßen auch Attheya, Rhizosolenia, Diatoma tenue und Synedra delicatissima; von Flagellaten Eudorina elegans (Fig. 48) und Mallomonas (Fig. 25, S. 60), sowie von den echten Infusorien Dilep-

1) Über die Bestimmung des Planktons. V. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere. 1887.

tus, Staurophrya und Ophryoglena. Zum Herbstplankton zählen hingegen in erster Linie die Bosminen, Cyklopiden und Calaniden nebst gewissen Rotatorien (Synchaeta).

Was nun die Mengenverhältnisse anbetrifft, in denen manche Arten auftreten, so hat uns die Zählungsmethode mit ganz überraschenden Tatsachen bekannt gemacht, von denen bisher auch in den wissenschaftlichen Lehrbüchern nichts geschrieben stand. So ergab eine quantitative Untersuchung des Gr. Plöner Sees im Dezember 1894, daß damals unter 1 qm Wasserfläche 600000 Melosirafäden vorhanden waren. Am 10. Januar 1895 (d. h. etwa 3 Wochen später) konstatierte ich die Anwesenheit von einer Million derselben. Am 1. Februar 2 Millionen, am 10. April 4 Millionen und am 20. April 8 Millionen. Das war das Maximum für das genannte Jahr. Von da ab trat eine allmähliche Abnahme dieser Bazillariazee ein, und zu Beginn des Juni gab es nur noch einige wenige Fäden davon in den Fängen. Bei weitem erstaunlicher war aber die Vegetation derselben Art in einer Bucht des Plöner Sees, die mit letzterem nur durch einen engen Zugang in Verbindung steht und Vierer-See heißt. Am 27. November 1904 war dort der Bestand an Melosirafäden unter 1 qm 1000 Millionen, am 24. Dezember 500 Millionen, am 11. Februar 100 Millionen und am 10. April 50 Millionen. Durch diese außerordentlich große Anhäufung lebender Melosirafäden im Wasser wurde eine starke Trübung desselben herbeigeführt, und eine weiße tellergroße Scheibe, die in die Tiefe hinabgelassen wurde, entschwand dem Auge schon bei 1,5 m Abstand vom Seespiegel. Was das sagen will, geht am klarsten aus der Paralleltatsache hervor, daß zum gleichen Zeitpunkte (Februar) dieselbe Scheibe im Gr. Plöner See noch in 7 m Tiefe sichtbar war. In anderen Jahren wurde sie sogar erst bei 9 m unsichtbar. Hiernach läßt sich der hohe Grad von Trübung ermessen, den das Wasser eines Binnensees lediglich durch das massenhafte Vorhandensein von lebenden Wesen erfahren kann.

Aus der nachstehenden kleinen Tabelle ist für eine andere Bazillariazee des Planktons (Asterionella) zu entnehmen, in wie kurzer Zeit sich auch diese Spezies riesenhaft zu vermehren imstande ist. Es waren davon anwesend unter 1 qm:

1. März	47000	1. April	4838000	1. Mai	2590000
20. „	1884000	10. „	6652000	10. „	4003000
		20. „	7100000	13. „	12167000

Aus diesen Angaben wird ersichtlich, daß Asterionella im letzten Drittel des Aprilmonats, wo kühleres Wetter eintrat, erheblich abnahm, daß sie dann aber wieder innerhalb von nur 12 Tagen ihre Anzahl von 2,5 Millionen auf 12, d. h. um das 4,8fache vergrößert hatte. Ähnliche Produktionszahlen können auch für Fragilaria crotonensis beigebracht werden. Ich fand, daß diese zierliche Art vom 1. Mai an, wo ihr Bestand 900000 pro 1 qm war, bis zum 13. desselben Monats auf 2,5 Millionen hinaufgegangen war. Und von da ab bis zum 19. Juli desselben Jahres steigerte sich die Anzahl ihrer kammähnlichen Bänder auf 109 Millionen, was zugleich das Maximum für 1895 bedeutete.

Die im Sommer (August) im Plöner See schon vom Boote aus mit bloßen Augen wahrnehmbare, gelblich grün gefärbte Gloeotrichia echinulata (Fig. 47) zeigt eine derartige Mengenzunahme nicht; aber die Zählung ergab doch, daß sie zur Zeit ihres Maximums in etwa einer halben Million Kolonien unter dem Quadratmeter Seeoberfläche vorhanden ist.

Was die Melosira anbelangt, so habe ich seinerzeit auch einmal versucht, das Gewicht derjenigen Masse von dieser Bazillariazee festzustellen, welche zur Zeit einer üppigen Vegetation derselben in einer Wassersäule von 1 qm Querschnitt und 40 m Höhe enthalten ist. Ich fand durch direkte Beobachtung und Berechnung, daß dieses Gewicht 174 g betrug. Da nun aber, wie ich später ermittelte, die Hauptmasse dieser Planktonpflanzen in den obersten 15 m enthalten ist und nach unten zu an Dichtigkeit außerordentlich abnimmt, so kann man ohne großen Irrtum annehmen, daß $^3/_4$ (also etwa 130 g) von Melosira schon in einer Wassersäule von jener geringeren Höhe und 1 qm Querschnitt vorhanden sind. Nun ist 15 m auch ungefähr die durchschnittliche Tiefe des Gr. Plöner Sees, welcher im ganzen 32 qkm Areal bedeckt. Eine einfache Multiplikation ergibt hiernach, daß um jene Zeit (April 1895) nicht weniger als $32 \times 130 \times 1000000 = 4160$ Millionen Kilogramm Melosirafäden im Wasser des genannten Beckens flottierend gedacht werden müssen, d. h. also 83200 Zentner. Das erscheint beim ersten Eindruck völlig unglaublich, und einen gewissen Abstrich von diesem Berechnungsresultate werden wir auch machen müssen. Da nämlich vor den betreffenden Wägungen die kleinen Melosirenquantitäten zwar auf Fließpapier abgetrocknet wurden, aber doch noch immer eine gewisse Feuchtigkeit zwischen sich behielten, die ich auf ein Drittel der Gesamtmasse veranschlage, so

sind anstatt der oben mitgeteilten Gewichtssumme nur 55469 Zentner als Ergebnis zu betrachten, was aber immerhin noch als eine ganz enorme Gewichtsmenge gelten muß, wenn man bedenkt, daß sich dieselbe aus den verschwindenden Einzelgewichten der dünnen mikroskopischen Fäden zusammensetzt, von denen jeder höchstens 1 mm lang und $^1/_{50}$ mm dick ist.

Ich habe mir einmal die Frage vorgelegt, ob wohl die Planktonproduktion eines und desselben größeren Wasserbeckens im Laufe der aufeinander folgenden Jahre erheblichen Schwankungen unterworfen ist oder nicht. Um dies zu entscheiden, habe ich Messungen der Planktonvolumina von Apstein aus dem Jahre 1892 und 1893, die sich auf den Gr. Plöner See beziehen, mit solchen verglichen, die ich selbst 3 Jahre später (1895) für dasselbe Wasserbecken ausgeführt habe. Die hier mitzuteilenden Mengenangaben (Volumina) gelten für den Quadratmeter Seefläche. Die einfache Gegenüberstellung unserer beiderseitigen Befunde ergibt nun was folgt:

Mai 1892 (Apstein)	179,5 ccm
Mai 1895 (Zacharias)	173,0 „
Juli 1892 (Apstein)	288,0 „
Juli 1895 (Zacharias)	396,0 „
November 1892 (Apstein)	102,5 „
November 1895 (Zacharias) . . .	97,7 „
April 1893 (Apstein)	49,5 „
April 1895 (Zacharias)	43,0 „

Die Übereinstimmung dieser Volumenmessungen ist offenbar überraschend, und die Abweichungen von diesen Monatsmitteln betragen augenscheinlich nur wenige Prozente. Wenn man hierbei in Erwähnung zieht, daß die Fänge, welche den obigen Ziffern zugrunde liegen, durch zwei völlig voneinander unabhängige Beobachter und in drei verschiedenen Jahren gemacht wurden, so muß man zugeben, daß sich in diesen Ergebnissen eine strenge Gesetzmäßigkeit bezüglich der Planktonproduktion in den korrespondierenden Monaten verschiedener Jahre für das nämliche Wasserbecken kundgibt.

Im Anschluß an obiges soll auch gleich hervorgehoben werden, daß sich die einzelnen Seebecken hinsichtlich ihres Ertrages an tierischem und pflanzlichem Plankton sehr verschieden verhalten. Es gibt fruchtbare und unfruchtbare Gewässer, ohne daß man in

der Lage ist, zu sagen, woher die Sterilität des einen und die Produktivität des anderen resultiert. Insbesondere arm an Plankton — mit den norddeutschen Seen verglichen — sind die großen subalpinen Wasserbecken der Schweiz und Oberitaliens. Gerade die wundervolle Durchsichtigkeit und die herrliche blaue Färbung, welche diese südlichen Seen besitzen, sind die makroskopischen Anzeichen dafür, daß sie relativ tier- und pflanzenleer sind.

Im allgemeinen darf man wohl behaupten, daß der Planktonertrag um so reicher ausfällt, je kleiner und je seichter eine Wasseransammlung ist. Er wächst, je größer die Ufer- und Bodenentfaltung im Verhältnis zur Wassermasse ist. Und dies kommt daher, weil der Gehalt eines Sees oder Teiches an organischer Substanz von dem abhängt, was Ufer und Boden in dieser Hinsicht liefern und auf welche Wassermasse sich die Summe des Gelieferten zu verteilen hat. Kleine Dorfteiche, welche von außen her (in Gestalt von Jauche und Fäkalien) reiches Nährmaterial für Pflanzen und Tiere zugeschwemmt erhalten, sind aus diesem Grunde auch stets sehr produktiv. Die Gesamtplanktonmenge ist die Summe der Menge der verschiedenen Organismen, welche ein See in sich beherbergt. Die Maximalbeträge werden durch die starke Zunahme einer einzigen oder doch nur weniger Arten von Planktonwesen verursacht, wie z. B. durch die üppige Vegetation von Schwebalgen, Flagellatenkolonien oder durch eine rasche Vermehrung der Krustazeen.

Wir verdanken dem Züricher Botaniker C. Schröter (vom eidgenössischen Polytechnikum) eine interessante Darlegung, durch welche beabsichtigt wird, die Ertragsfähigkeit des Wassers mit derjenigen des Landes auf Grund tatsächlicher Ermittelungen zu vergleichen. Es wird dabei von der Trockensubstanz des Planktons und von deren Gehalt an organischer Substanz ausgegangen. Ich entnehme die bezüglichen Angaben der bekannten Schröterschen Abhandlung über die Schwebflora unserer Seen.[1]) Am Züricher See wurde am 12. Mai 1896 durch einen Zug aus 8 m Tiefe auf 1 qm Fläche rund 1000 cm Plankton erhalten. Tabellaria asterionelloides (Fig. 25) überwog derart alle übrigen Bestandteile, daß wir diese letzteren vernachlässigen können. 1 cm^3 (Kubikzentimeter) Tabellariaplankton wiegt im Mittel aus 4 Messungen 44 mg (Milligramm) als Trockensubstanz, also entspricht die

1) Neujahrsbl. der Naturf. Gesellschaft in Zürich. 1896.

Menge von 1000 cm^3 einer Trockensubstanz von 43 g Gewicht. Darunter sind 56 % Asche und 44 % organische Substanz. Es entsprach demnach 1 ha Seefläche bei Zürich vom genannten Tage einer Planktonmenge von mindestens 430 kg (= 4,3 Meterzentner) Trockensubstanz. Davon waren 1,86 Meterzentner organische Substanz und 2,44 Meterzentner Asche, namentlich Kieselsäure. Stellen wir nun hierzu in Parallele die Produktionskraft des Festlandes. Eine gute Wiese am Züricher See liefert im Durchschnitt jährlich 84,7 Kilozentner Dürrfutter; da das Wiesenheu im Mittel 86 % Trockensubstanz enthält, so ergibt das pro Hektar 72,8 Meterzentner Trockensubstanz. Dürfen wir aber hiernach sagen, daß eine gute Wiese ca. 18mal mehr Substanz produziere als der See durch sein Plankton? Dieser Vergleich würde aus zwei Gründen unrichtig sein: einmal, weil wir beim Land die Gesamtproduktion, beim See nur das Plankton, nicht aber die Fische und die Bodenflora mit berücksichtigten; zweitens, weil dabei die Produktionsdauer vernachlässigt wird. Die Wiese braucht zur Erzeugung jener Menge eine ganze Vegetationsperiode, d. h. ungefähr 8 Monate. Im See hingegen ist jene Menge *gleichzeitig* in einem bestimmten Monate vorhanden. Wieviel Plankton aber der See in 8 Monaten erzeugt, das wissen wir nicht und können es auch vorläufig nicht bestimmen. Wir vermögen wohl zu sagen, daß die Menge in einer gewissen Zeit um so viel gestiegen ist, aber dieses Plus gibt uns nicht zugleich die Menge des in dieser Zeit *erzeugten* Planktons an, weil wir den Abgang nicht kennen. Wir wissen leider nicht, wieviel Plankton abstirbt und durch neues ersetzt werden muß.

Es steht aber ein anderes Mittel zu Gebote, uns wenigstens eine anschauliche Vorstellung von der Planktonmenge zu machen, indem wir fragen: *Wie würde eine Wiese aussehen, welche ebensoviel Trockensubstanz enthält, als unter der gleichen Seefläche vorkommt?* Solche Wiesen finden sich auf den Heubergen der Schweizer Alpen. Es ist festgestellt, daß z. B. der Ertrag auf dem Schanfigger Heuberge (in 2000 m Meereshöhe) auf 5,5 Meterzentner pro Hektar geschätzt wird. Das macht 4,7 Meterzentner Trockensubstanz für dieselbe Fläche, also ungefähr ebensoviel, als der Züricher See an Plankton erzeugt. Noch anschaulicher jedoch wird die Sache, wenn man sich folgendes vergegenwärtigt: Die Fläche des „inneren Seebeckens" (worunter man den untersten Teil des Züricher Sees versteht) beträgt 163 ha, die

Gesamtplanktonmenge etwa 700 Meterzentner Trockensubstanz. Ein Fuder Heu enthält im Maximum 8,6 Doppelzentner. Um also alles Plankton des inneren Seebeckens im getrockneten Zustande fortzuschaffen, hätte es seinerzeit 81 vollgeladener Heuwagen oder eines Güterzuges von 7 schwerbefrachteten Wagen bedurft. Die gesamte Kieselsäure, welche die vielen Milliarden von Kieselpanzern zusammensetzte, würde einen Quarzblock von 2,25 m im Geviert darstellen, der ein Gewicht von 303,8 Meterzentnern besitzt. Durch diese Angaben und Berechnungen wird das, was ich schon auf S. 82 über den Plöner See mitteilte, nach verschiedenen Richtungen hin ergänzt, und der Leser vermag sich nun einigermaßen vorzustellen, was diese winzigen Pflanzenwesen durch die Riesenhaftigkeit ihrer Anzahl für eine bedeutende Rolle in der Natur spielen, obgleich der einzelne Mikroorganismus als solcher eine völlig verschwindende Größe ist.

Eine merkwürdige Wahrnehmung ist es übrigens, daß dieselben Organismen sich hinsichtlich ihres Erscheinens und Wiedererlöschens im Plankton der kleineren Seebecken anders verhalten als in großen. Ist doch durch R. Lauterborn und mich an Gewässern von ganz verschiedener geographischer Lage festgestellt worden, daß die nämlichen Spezies, welche in den meisten größeren Wasserbecken bei Eintritt der kalten Jahreszeit verschwinden, in vielen kleineren fortdauern und darin ein mannigfaltig zusammengesetztes Winterplankton bilden. An letzterem beteiligen sich aber nicht nur Tiere, sondern auch pflanzliche Wesen, insbesondere Bazillariazeen. Von letzteren treten — namentlich in dem bei Plön gelegenen Edebergsee — auch diejenigen Spezies zahlreich auf, welche man zur kalten Jahreszeit in den großen Seen entweder gar nicht mehr oder doch nur äußerst spärlich antrifft, wie z. B. Asterionella gracillima, Fragilaria crotonensis und Synedra delicatissima. Dazu kommen aber auch noch Diatoma tenue, var. elongatum und Synedra ulna, var. longissima. Wie ist nun dieses sehr verschiedene Verhalten der nämlichen Planktonspezies in großen und kleinen Gewässern zu erklären? Welche Umstände sind es, die den genannten Algen, Protozoen und Rotatorien die permanente Ausübung ihrer Lebensfunktionen in gewissen Wasserbecken gestatten, wogegen dies, wie wir sehen, in anderen nicht der Fall ist? Auf welchen physikalischen oder chemischen Eigenschaften der Gewässer beruht wohl dieser

auffällige Unterschied? Die Temperatur kann hier nur eine ganz sekundäre Rolle spielen und höchstens für das Auftreten solcher Sommerformen von Bedeutung sein, welche zur Fristung ihrer Existenz eine bestimmt normierte Wärmemenge nötig haben. Die Unabhängigkeit der übrigen Planktonformen von diesem Faktor geht schon aus der einfachen Tatsache hervor, daß dieselben in manchen Seen während des Winters und unter dem Eise ebenso zahlreich zu finden sind als im Hochsommer bei einer Wasserwärme von 18—20° C. Wer sich einseitig nur mit den biologischen Verhältnissen von *größeren* Seebecken beschäftigt hat, den werden solche Befunde, wie sie Lauterborn und ich erhalten haben, ganz fremdartig anmuten. So haben wir beide, jeder in seinem Untersuchungsgebiete, gelegentlich üppige Vegetationen von Dinobryon mitten im Winter angetroffen, wozu Apstein[1]) folgende Bemerkung macht: „Es ist eigentümlich, daß sich in den flacheren Altwässern diese Wesen länger halten als in tieferen Seen, da sie in ersteren doch tieferen Temperaturen ausgesetzt sind."

Gewohnheitsmäßig kommen wir immer wieder auf die „Temperatur" zurück und meinen (nach Analogie von dem, was wir an den höheren Pflanzen und Tieren beobachtet haben), daß dieser Faktor in demselben Grade auch für die biologischen Vorgänge in der *niederen* Flora und Fauna maßgebend sein müsse. Dies ist aber keineswegs der Fall, sondern es ist vielmehr das *Licht*, die stärkere oder schwächere Sonnenstrahlung, welche einen tiefgehenden Einfluß auf die Lebensökonomie der Planktonwesen ausübt — in erster Linie natürlich auf die pflanzlichen, damit aber indirekt auch auf die Tiere. Ein Blick in die von mir publizierten Planktonzähltabellen,[2]) die sich auf den Großen Plöner See beziehen, lehrt sofort, daß die euplanktonischen Bazillariazeen (Asterionella und Fragil. crotonensis) die geringste Entfaltung nicht dann zeigen, wenn das Wasser am kältesten ist, sondern zu Beginn des Monats Dezember, wo die Sonne am tiefsten steht und die Tage am kürzesten sind. Zu dieser Zeit des Jahres besitzt der genannte See immer noch eine Temperatur von 4—5° C. Die planktonische Algenflora beharrt in dieser Quantitätsverminderung bis Mitte oder Ende Februar. Im Laufe des März (oder gegen das Ende dieses Monats) macht sich aber ein ganz entschiedener Aufschwung bemerklich, obgleich die Wasserwärme dann geringer zu sein pflegt

1) C. Apstein: Das Süßwasserplankton, 1896. S. 149.
2) Plöner Forschungsberichte IV. Bd. S. 28—48.

als je vorher: sie beträgt dann nämlich gewöhnlich nur 0,5 bis 0,7° C. Am 20. März 1895 waren bereits nahezu 2 Millionen Sterne von Asterionella unter dem Quadratmeter Seefläche vorhanden, am 1. April nahezu 5 Millionen und außerdem 300000 Bänder von Fragilaria crotonensis, welche Spezies 10 Tage zuvor nur etwa in der Menge von 30000 auftrat. Und bei alledem ergab das Thermometer nicht mehr als 1° C. als Wassertemperatur an. Die mittlere Luftwärme betrug jedoch schon 8° C. Der See war also damals bei weitem kälter als im Dezember 1894, wo die Verminderung der Schwebflora bei 5 oder 4° C. ihren Anfang nahm. Aus diesen Befunden ist die Einflußlosigkeit der bloßen Temperatur klar erkennbar, aber ebenso unwidersprechlich tritt dabei die hohe Bedeutung des nach und nach immer intensiver werdenden Sonnenlichtes hervor, welches den Algen bei Zerlegung der im Wasser enthaltenen Kohlensäure wesentlich zustatten kommt. In den kurzen und trüben Tagen des Winters können die Bazillariazeen ihre Assimilationsarbeit nur unvollkommen verrichten; sie ernähren sich während dieser Zeit nur mangelhaft, und sehr viele gehen infolgedessen zugrunde. Erklärlicherweise werden namentlich diejenigen Arten, welche nur kleine Chromatophoren besitzen, wie gerade Asterionella und Fragilaria, am meisten zu leiden haben, wogegen die Melosiren mit ihren größeren und zahlreicheren Farbstoffplatten auch bei geringerer Lichtstärke noch ausreichend zu assimilieren vermögen, so daß sie dabei auch noch fortpflanzungsfähig bleiben.

Die ganz geringe Temperatursteigerung im Wasser, welche der April im Vergleich zum März aufweist und welche bloß 1—2 Grad beträgt, kann demnach *nicht* als Ursache der ganz unverhältnismäßig bedeutenderen Produktivität angesehen werden, die der nachfolgende Monat im Vergleich zu dem vorhergegangenen aufweist. Es kann vielmehr hier nur das Licht als der wahre, die Vegetation beschleunigende Faktor in Frage kommen.

Wie stimmt aber nun hierzu das Verhalten vieler kleinerer Seen und Teiche, in denen trotz des niedrigen Sonnenstandes im November und Dezember eine fast üppig zu nennende Erzeugung von Bazillariazeen und anderem pflanzlichen Plankton stattfindet? Dieser Gegensatz bleibt absolut unerklärlich, wenn wir nicht annehmen, daß die Ernährung der Schwebflora in derartigen Wasserbecken während des Winters auf eine völlig andere Weise erfolgt als in den großen Seen. Denn da die Licht- und Temperatur-

verhältnisse, denen die Planktophyten hier wie dort ausgesetzt sind, keinen Unterschied erkennen lassen, so bleibt einzig und allein die Schlußfolgerung übrig, daß die betreffenden Spezies sich Nährstoffe aus dem Wasser, worin sie leben, aneignen und ganz oder zum Teil auf die schwierigere Ernährung durch Kohlensäure verzichten. Die Möglichkeit zu einer derartigen Aufnahme von in Lösung befindlichen organischen (oder auch unorganischen) Stoffen liegt nun in den größeren Seen nachweislich bloß in einem sehr beschränkten Maße oder überhaupt nicht vor, insofern als deren Wasser äußerst arm an derartigen Substanzen und an sogenannten Nährsalzen zu sein pflegt. Von beiden vermag die chemische Analyse immer nur Spuren nachzuweisen. Ganz anders steht es aber in dieser Beziehung mit den kleineren Seen und Teichbecken. Diese sind zumeist reich an organischen (d. h. stick- und kohlenstoffhaltigen) Verbindungen und bieten der gesamten in ihnen vorhandenen Mikroflora eine Fülle von Nährmaterial dar. Als Hauptquelle sind die am Ufer wachsenden und alljährlich absterbenden Makrophyten (Schilf, Binsen, Riedgras usw.) anzusehen, deren vermodernde Reste vom Wasser ausgelaugt werden. Dasselbe geschieht mit dem abgefallenen Laube von Bäumen und Sträuchern, die am Rande solcher Seen ihren Standort haben. Die auf den Wasserspiegel verschlagenen und dort ertrinkenden Insekten sind gleichfalls Lieferanten von gebundenem Stickstoff. Eine direkte Zufuhr von Nitraten und Nitriten erfolgt vielfach auch durch die atmosphärischen Niederschläge, namentlich durch Regengüsse, wenn auch nur in der geringen Menge von 0,7 Milligramm pro Liter Meteorwasser. Besitzt der betreffende See humosen Untergrund, so ist dieser gleichfalls als ein Spender von organischen Substanzen zu betrachten. Und bei alledem ist zu bedenken, daß das den kleineren Seebecken zufließende Nährmaterial sich stets nur innerhalb einer geringen Wassermasse zu verteilen hat, wodurch dieselbe dazu geeignet wird, eine verhältnismäßig größere Organismenmenge (vornehmlich Mikrophyten) zu produzieren als ein bei weitem mächtigeres Becken mit wenig Vorrat an Nährstoffen.[1])

1) Auch ein norwegischer Forscher (Huitfeld-Kaas) hat auf diesen Umstand hingewiesen, indem er darüber folgendes schreibt: „Ich habe an zahlreichen Beispielen bestätigt gefunden, daß die seichten Gewässer besonders günstig für das Gedeihen des Planktons sind, während umgekehrt die tiefen Gewässer, unter übrigens gleichen Verhältnissen, bedeutend ärmer sind. Dies gilt jedoch nur für Gewässer mit kleinem

Aber Voraussetzung bei dieser weitergehenden Argumentation bleibt immer, daß den Bazillariazeen und den übrigen chlorophyllführenden Algen das Vermögen innewohnt, sich zeitweise saprophytisch, d. h. von vorgebildeten Stoffen zu ernähren. Dieses Vermögen ist nun in der Tat, wie die ausgedehnten Versuche von Th. Bokorny[1]) gelehrt haben, bei vielen grünen Pflanzen (höheren sowohl wie niederen) unleugbar vorhanden, und insbesondere hat sich auch bei den Kieselalgen die Befähigung zu einer derartigen Lebensweise herausgestellt. Dazu stimmt auch sehr gut die Wahrnehmung des Biologen vom Bostoner Wasserwerk, Mr. George C. Wipple, welcher fand, daß Bazillariazeen namentlich gut in solchen Wässern gedeihen, die einen hohen Härtegrad und reichlichen Stickstoffgehalt besitzen.

Die von uns (S. 25) bereits erwähnte und in der Praxis der Teichwirtschaft längst übliche Teichdüngung, mit der man erfahrungsgemäß den doppelten und dreifachen Ertrag an Fischfleisch erzielt, gehört auch hierher. Offenbar wird ja durch Zufuhr von Düngstoffen das Nährvermögen der Gewässer erheblich gesteigert, und dies bewirkt wieder eine stärkere Vermehrung der Kleinfauna, deren Mitglieder hauptsächlich von Bazillariazeen und anderen Algen leben, wogegen sie ihrerseits wieder den Fischen zur Speise dienen und deren natürliches Futter bilden.

Es darf nach alledem als vollständig durch Beobachtung erwiesen gelten, daß das reichliche Vorhandensein von gelösten Stickstoffverbindungen in einem Gewässer dessen ernährende Kraft hinsichtlich der in ihm befindlichen Mikroflora steigert und daß dieser Vorteil in erster Linie den Planktonalgen zugute kommt, welche frei im Wasser flottieren und sozusagen ganz von Nährlösung umgeben sind. Wenn nun aber eine solche Wirkung vorliegt, so ist dieselbe nicht anders zu deuten, als daß die gewöhnliche Ernährung mittels der Kohlensäurezerlegung im Lichte zeitweise oder beständig Hand in Hand geht mit einer Nahrungszuleitung auf dem Wege der Endosmose. Wenn nun im Winter Lichtmangel

Niederschlagsgebiet, d. h. ohne schnelleren Wasserwechsel, und kann nur in betreff des Sommers gesagt werden." Was letztere Einschränkung anbelangt, so erfährt dieselbe durch den Hinweis auf verschiedene kleinere holsteinische Seen, die auch im Winter sehr planktonreich sind, eine Korrektur bzw. Berichtigung.

1) Th. Bokorny: Über die Beteiligung der chlorophyllführenden Pflanzen an der Selbstreinigung der Flüsse. Archiv für Hygiene XX. Bd. 1894. 2. Heft.

herrscht und die Assimilationstätigkeit der Chromatophoren ins Stocken gerät, so bleibt den glücklicher situierten Algen, welche stick- und kohlenstoffhaltige Verbindungen stets in beliebiger Menge zur Verfügung haben, die saprophytische Ernährung als naheliegende Auskunft übrig. Diese letztere hat übrigens noch den Vorteil, daß sie ganz unabhängig vom Lichte ist und somit auch des Nachts im Gange bleibt.

Die Anwesenheit eines überaus mannigfaltigen Winterplanktons in mehreren dicht bei Plön gelegenen Wasserbecken erklärt sich auf die angegebene Weise befriedigend, und die Laboratoriumsversuche Dr. Bokornys erhalten durch die in der freien Natur beachtete Tatsache, daß die gelben und grünen Algen des Planktons zuweilen auch bei den schlechtesten Lichtverhältnissen ungestört zu vegetieren und sich fortzupflanzen imstande sind, eine sehr bemerkenswerte Bestätigung.

Im Edebergsee bei Plön, den ich mehrere Jahre hindurch wissenschaftlich kontrolliert gehabt habe, findet wärend der Wintermonate so gut wie keine Abnahme des Planktons statt. Auch büßt letzteres nichts von seiner bunten Zusammensetzung ein, sondern besteht aus denselben Arten wie im Sommer. An Bazillariazeen sind selbst im November und Dezember massenhaft darin vorhanden: Asterionella, Fragilaria crotonensis, Synedra delicatissima und Diatoma tenue, var. elongatum. Dazu gesellen sich noch viele Melosira-Fäden und Rhizosolenia longiseta in großer Häufigkeit. Außerdem kommt noch zahlreich Coelosphaerium kützingianum, Closterium pronum, var. longissimum, Sphaerocystis Schroeteri Chod. und Botryococcus Brauni in den Fängen vor. Diese Algenflora liefert den gleichzeitig vorhandenen Rädertieren und Krebsen äußerst günstige Existenzbedingungen und bewirkt, daß die einzelnen Arten derselben mit hohen Individuenzahlen vertreten sind. Von Rotatorien enthält das Winterplankton des Edebergsees folgende Spezies: Anuraea cochlearis, Anuraea aculeata, Notholca longispina, Synchaeta pectinata, Asplanchna priodonta Polyarthra platyptera, Triarthra longiseta und Hudsonella pygmaea; von Krebsen hauptsächlich Diaptomus graciloides, Daphnia galeata und Bosmina longirostris.

So wird durch die fortdauernde Anwesenheit einer planktonischen Pflanzenwelt in jenem kleinen See auch die Gegenwart einer ziemlich artenreichen (winterlichen) Schwebfauna ermöglicht, die in den frischen und abgestorbenen Repräsentanten jener Mikroflora stets

eine Fülle von Nahrung findet. Und beides erklärt sich in letzter Instanz dadurch, daß die mit Chromophyllplatten[1]) ausgerüsteten Algen einer Doppelernährung (Amphitrophie) fähig sind, wovon die eine (saprophytisch erfolgende) unter geeigneten äußeren Umständen vollständig oder doch zum größten Teil an die Stelle der nur unter Beihilfe des Sonnenlichts vor sich gehenden Kohlenstoffeassimilation zu treten vermag. Man darf sogar aus den oben dargelegten Gründen erwarten, daß chromophyllführende Organismen gelegentlich durch äußere Umstände (z. B. durch ihre zufällige Überführung in Keller, Höhlen und Bergwerke) dazu veranlaßt werden können, gänzlich auf die Assimilation im Lichte zu verzichten und sich nur noch saprophytisch zu ernähren. Vom theoretischen Standpunkt aus ist gegen die Möglichkeit des Vorkommens von Algen mit vorwiegend oder ausschließlich pilzartiger Ernährungsweise absolut nichts einzuwenden. Zu dieser Behauptung sind wir um so mehr berechtigt, als uns die Mykologie neuerdings mit einer Anzahl von Pilzformen bekannt gemacht hat, die in morphologischer Hinsicht noch so lebhaft an gewisse Algengattungen erinnern, daß man nicht umhin kann, anzunehmen, es bestehe ein direkter genetischer Zusammenhang zwischen letzteren und ersteren.

Prof. F. Ludwig (Greiz) einer unserer namhaftesten Pilzforscher, bezeichnet daher jene eigenartigen, wahrscheinlich direkt aus Algen hervorgegangenen Pilze als Cänomyzeten und zählt zu ihnen Vertreter der Gattungen Eomyces, Prototheca und Leucocystis.

So hat uns eine Betrachtung der Periodizitätsverhältnisse des Planktons schließlich auf Fragen von ganz allgemein-biologischer Bedeutung geführt, welche die Interessen der verschiedensten Wissenschaftsgebiete berühren Dadurch werden auch solche von der Ersprießlichkeit hydrobiologischer Studien überzeugt werden, die bisher — aber mit Unrecht — zu einer Unterschätzung derselben geneigt waren.

XIV. Die Tiere und Pflanzen des Planktons in ihren gegenseitigen Beziehungen.

Wenn man mit der ungeheuren Menge kleiner pflanzlicher Organismen (Mikrophyten) bekannt wird, welche in unseren stagnierenden Gewässern jahraus und jahrein vorhanden ist, und

1) Die Bezeichnung „Chromophyll" umfaßt alle Stoffe, welche bei der Färbung von Algen überhaupt in Betracht kommen.

sie mit dem Tierbestande vergleicht, der in denselben Gewässern seine Heimat hat, so muß sich jedem der Eindruck aufdrängen, daß unsere Teiche und Seebecken bei weitem mehr vegetabilische Wesen beherbergen als animalische. Und wenn wir einen Blick auf das Festland werfen, so begegnet uns auch hier dasselbe Verhältnis, woraus wir wohl schließen dürfen, daß das notorische Überwiegen der Pflanzenwelt eine fundamentale Einrichtung im Naturhaushalt ist. Und wenn wir dann diese Tatsache von menschlichen Gesichtspunkten aus betrachten und die Frage aufwerfen, welchen Zweck wohl jenes Vorwalten der Flora in bezug auf das Gedeihen beider Organismenreiche haben möge, so standen wir bis vor kurzem noch vor einem großen Rätsel. Neuere Untersuchungen haben aber nun in betreff der mikroskopischen, flottierenden Pflanzenwelt festgestellt, daß dieselben in unseren Gewässern die hochwichtige Rolle nicht bloß von Nährmaterial für die mit ihnen zusammenlebenden Tiere spielen, sondern daß sie auch als fleißige Produzenten von Sauerstoff für die Erhaltung des tierischen Lebens eine unerläßliche Vorbedingung bilden. Diese wichtige Feststellung knüpft sich an die Namen N. Zuntz und K. Knauthe.[1]) Es ist zum Verständnis der inneren Ökonomie unserer Gewässer unumgänglich, daß wir von den Ergebnissen der betreffenden Forschungen Kenntnis nehmen. Eine kurze Betrachtung wird uns mit der Sachlage bekannt machen. Alle organischen Wesen, die Tiere sowohl wie die Pflanzen und gleichviel ob es sich um kleine oder in die Augen fallende Geschöpfe handelt, verbrauchen bei ihrer Atmung beständig Sauerstoff, und dieses für die Unterhaltung des Lebensprozesses unentbehrliche Gas wird ausschließlich von den Pflanzen erzeugt, indem dieselben die von den Tieren ausgeatmete Kohlensäure unter Beihilfe des Sonnen- oder diffusen Tageslichtes zerlegen und den freigewordenen Sauerstoff der Atmosphäre überliefern, aus der ihn alle Landtiere und Landpflanzen je nach Bedürfnis wieder entnehmen. Daß auch das Wasser Luft enthalten muß, damit tierisches und pflanzliches Leben in seinem Schoße möglich sei, ist eine selbstverständliche Anforderung, der — wie es bisher schien — durch den bekannten physikalischen Vorgang der Diffusion aus der Atmosphäre ausreichend entsprochen wurde. Aber als man eingehende Ermittlungen über diese Art der Luftaufnahme anstellte, ergab es sich, daß die Diffusion in

1) Vgl. K. Knauthe: Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. Biolog. Zentralblatt, XVIII. Bd. Nr. 22, 1898.

größere Tiefen hinab viel zu langsam erfolgt, als daß sie zur Deckung des Bedarfs der da unten lebenden Organismen genügend sein würde. Auch in flachen, stagnierenden und an organischen Stoffen reichen Gewässern ist der Sauerstoffverbrauch seitens der darin lebenden Fauna und Flora so beträchtlich, daß die Zufuhr aus dem Luftmeer zum Ersatz keineswegs hinreicht. Woher kommt aber der benötigte Sauerstoff, wenn ihn die Atmosphäre nicht zu beschaffen vermag? Mancher denkt wohl, wenn hierauf eine Antwort erteilt werden soll, an die zahlreichen im Wasser flottierenden unscheinbar kleinen Algen, aber da früher niemand eine rechte Vorstellung von der außerordentlichen Menge derselben besaß, so schien es, als ob diese dabei gar nicht in Betracht zu ziehen seien. Erst als durch die Ergebnisse der modernen Hydrobiologie das pflanzliche Plankton allgemeiner bekannt geworden war, schien es geboten zu sein, doch einmal zuzusehen, ob demselben wohl zugetraut werden könne, daß es den hohen Sauerstoffbedarf für sich selbst und die im Wasser lebende Tierwelt größtenteils allein bestreiten könne. Und hier setzten nun die bezüglichen Untersuchungen von Zuntz und Knauthe ein[1]), deren wichtige Resultate sich in folgenden Sätzen zusammenfassen lassen: 1. Die mikroskopischen grünen Pflanzen geben bei Einwirkung des Lichtes so erhebliche Sauerstoffmengen an das Wasser ab, daß dessen Gehalt an diesem Gase auf das mehr als Dreifache desjenigen Wertes wächst, welcher beim vollkommenen Ausgleich mit dem Sauerstoffgehalt der Atmosphäre erreicht wird; 2. diese Sauerstoffentwicklung erfolgt so rapide, daß im hellen Sonnenschein schon binnen weniger Stunden maximale Werte (d. h. 24 Kubikzentimeter Oxygen für 1 Liter Wasser) erreicht werden; 3. bei dieser energischen Sauerstoffentwicklung wird häufig nicht nur die gesamte vom Wasser absorbierte Kohlensäure verbraucht, sondern auch ein Teil der an Alkalien gebundenen; 4. Zufuhr von Kohlensäure steigert die Sauerstoffentwicklung außerordentlich; 5. bei diffusem Tageslicht ist die Sauerstoffentwicklung auch noch lebhaft genug, um den Gehalt des Wassers fast auf das Doppelte der dem Absorptionskoeffizienten entsprechenden Zahl zu steigern, d. h. auf 12 bis 14 Kubikzentimeter gegen 7 in 1 Liter des durch Schütteln mit Luft gesättigten Wassers; 6. selbst der Mondschein hat in klaren Nächten noch eine Erhöhung des Sauerstoff-

1) Die quantitativen Gasbestimmungen wurden dabei mit dem sog. „Tenaxapparat" ausgeführt.

gehaltes zur Folge; 7. im Dunkeln sinkt der Sauerstoffgehalt sehr rasch und erreicht bei Sommertemperatur in 5 bis 6 Stunden die unterste, mit dem Leben der karpfenartigen Fische — die bekanntlich ein nur sehr mäßiges Luftbedürfnis besitzen — noch eben verträgliche Grenze. Diese äußerst wichtigen Ergebnisse sind noch ganz neuen Datums (1898), und sie haben noch keineswegs die allgemeine Berücksichtigung gefunden, welche sie verdienen. Und wie im Süßwasser, so sind auch im Meere die planktonischen Algen (insbesondere die Bazillariazeen) an der Beladung des Wassers mit Sauerstoff lebhaft beteiligt. Nach einer hierauf bezüglichen Untersuchung, die von Knudsen und Ostenfeld-Hansen[1]) neuerdings angestellt worden ist, enthielt 1 Liter Meerwasser ohne Bazillariazeen 6,27 Kubikzentimeter Sauerstoff; mit Schweb-Algen dagegen im Lichte nach 3 Stunden bereits 17,27 Kubikzentimeter. Die Bazillariazeen hatten somit in jener kurzen Zeit 11 Kubikzentimeter Sauerstoff entwickelt, während sie bei einem Kontrollversuche im Dunkeln während derselben Zeit 2,34 Kubikzentimeter verbrauchten. Daß auch die übrigen chromophyllführenden Pflanzen durch ihren Assimilationsprozeß den Sauerstoffgehalt des Wassers zu steigern vermögen, bedarf nicht erst ausdrücklicher Erwähnung, weil wir darüber längst unterrichtet sind. Sie erreichen aber in jener Hinsicht keinesfalls die Wichtigkeit der Planktonflora, weil die Repräsentanten der letzteren ja durch die ganze Wassermasse der Seen und Teichbecken verteilt sind und somit ihren Einfluß auf die Durchlüftung überall ausüben können, während die längs des Ufers wachsenden Pflanzen im Vergleich dazu doch nur ein sehr beschränktes Gebiet innehaben.

Das Vorhandensein einer äußerst artenreichen und auch quantitativ beträchtlichen schwebenden Flora in unseren Binnengewässern sowohl als auch im Meere erklärt sich, wie wir sehen, aus dem bedeutsamen Umstande, daß diese mikroskopischen Pflanzenwesen die unausgesetzt tätigen Sauerstofflieferanten für die gesamte Wasserfauna sind. Eine mannigfaltige und kräftig vegetierende Hydroflora ist somit die erste Vorbedingung für das Gedeihen zahlreicher tierischer Wesen an derselben Lokalität, weil die Pflanzen in doppelter Hinsicht (als direkte Nahrungsspender sowohl

1) Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Sauerstoff und dem Kohlensäuregehalte des Meerwassers und dem Plankton des Meeres. Ann. d. Hydrographie und maritim. Meteorologie XXIV. Bd.

als auch in ihrer Eigenschaft als Wasserdurchlüfter) der Entwicklung höheren und niederen Tierlebens in gleichem Grade Vorschub leisten.

Im Anschluß an obige Mitteilungen bietet sich uns nun auch Gelegenheit dar, von der sogenannten Selbstreinigung der Gewässer zu reden, welche darin besteht, daß sich ein durch organische Abfälle verschmutzter Fluß, Teich oder See im Laufe der Zeit ganz von selbst wieder saniert und seine frühere Integrität in bezug auf klares und geruchloses Wasser allgemach wieder gewinnt. Das eklatanteste Beispiel eines solchen Reinigungsvorganges bieten jene Flüsse dar, welche beim Durchfließen großer Städte alle möglichen Abwässer und Unsauberkeiten der menschlichen Haushalte und Fabrikationsbetriebe in sich aufnehmen. Nicht selten bieten solche Gewässer einen ekelerregenden Anblick dar, und unsere Nase wittert von weitem schon die unangenehme Ausdünstung derselben. Aber schon 10 bis 15 Kilometer unterhalb des Austritts aus dem Bereiche der Verschmutzungsstelle sehen wir den Fluß bereits appetitlicher werden. Alsbald schaut er uns wieder als dasselbe reine und unschuldige Naturkind an, welches er war, bevor er die große Stadt passierte, die ihm so übel mitspielte, als er an ihr vorbeifloß.

Es hat lange gewährt, ehe man sich diese Tatsache richtig zu erklären vermochte; aber nun wissen wir, wie es bei der Selbstreinigung zugeht und wodurch sie in jedem Falle bewirkt wird. Mikroskopische Pflanzen und Tiere sind in erster Linie dabei beteiligt, nachdem eine Sedimentation der gröberen Verschmutzungsstoffe stattgefunden hat. Zunächst bemächtigen sich die Bakterien des Flusses der zugeführten organischen Nahrung; es treten dadurch Fäulnisprozesse ein unter starker Vermehrung der Spaltpilze, die aber meist ganz unschädlichen Arten angehören. Als Fäulnisprodukte ergeben sich dann Ammoniak, Essigsäure, Schwefelwasserstoff, Tyrosin, Leucin, Peptone usw. Diese werden von den Schwebalgen und Uferpflanzen assimiliert. Wenn aber Flagellaten (Euglena), ein- und mehrzellige Mikrophyten und höhere vegetabilische Formen sich der Arbeit widmen, jene Fäulnisprodukte sich einzuverleiben und Eiweißsubstanz, Stärke und Fett daraus zu machen, so stellen sich bald auch allerlei tierische Wesen ein, welche ihrerseits die Algen als sehr begehrte Nahrung verzehren. Auch die unlöslichen schwebenden organischen Teilchen werden von Tieren gefressen oder durch Bakterienwirkung zum Teil in ge-

lösten Zustand versetzt, wonach sie der Assimilation durch Wassergewächse aller Art anheimfallen.

Auf diesem Wege kommt es binnen kurzer Zeit (unter lebhafter Vermehrung der reichlich Nahrung findenden Tiere und Pflanzen) zu einem vollständigen Verbrauch der in den Fluß (oder See) eingeschwemmten Schmutzstoffe, so daß schließlich der normale Zustand des Wassers wiederhergestellt wird. Nur wenn der Fluß mit organischen Abfällen überladen ist, dann hat die Selbstreinigung desselben mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen oder ist überhaupt unmöglich. Die Fäulnisprozesse bekommen dann die Oberhand und vergiften zuletzt den ganzen Fluß, so daß jedes tierische und pflanzliche Leben darin zugrunde geht. Es treten dann auch jene tierischen und pflanzlichen Abwasser-Organismen (Beggiatoa-, Oscillatoria-Arten und gewisse Infusorien) auf, welche überall da, wo sie sich zeigen, als Verräter von mißlichen Wasserverhältnissen anzusehen sind. Manche Spezies kommen so konstant in verschmutzten Flüssen und Seen vor, daß man berechtigt ist, sie als Leitformen zu betrachten, welche schon durch ihre bloße Gegenwart bekunden, bis wie weit sich die von einer Kloake oder Fabrik ausgehende Verunreinigung erstreckt. Hierüber liegen eingehende und ergebnisreiche Untersuchungen vor, die von Kolkwitz und Marsson an der K. Prüfungsanstalt für Abwässer (Berlin) angestellt wurden.

Bei der Selbstreinigung trägt übrigens der von den Pflanzen ausgeschiedene Sauerstoff auch direkt zur Oxydation der gelösten organischen Substanzen bei; aber zum größten Teile werden letztere auf assimilatorischem Wege durch die zahlreichen Vertreter der niederen Flora und Fauna des Wassers beseitigt, resp. auf ein für das Gedeihen von beiden hinreichendes Maß reduziert.

Anderenteils ist es aber auch klar, daß eine gewisse Menge von organischen Abfallstoffen (Fäkalien, Pflanzenresten usw.) einem Gewässer alljährlich zugeführt werden muß, wenn das Tier- und Pflanzenleben in demselben fortbestehen soll. Stünde es in unserer Macht, eine solche Zufuhr gänzlich abzuschneiden, so würde in kurzer Zeit nicht nur der ganze Bestand von kleinen Krustazeen in dem betreffenden See aussterben, sondern auch die meisten Fische. Letzteres darum, weil ja der größere Teil derselben von eben jenen Krebsen lebt, und der andere von denjenigen ihrer eigenen Stammesgenossen, deren Nahrung dieselben Krustazeen bilden. So verwandelt sich also die in das Wasser hineinge-

schwemmte tote organische Substanz wieder zu neuem Leben, indem sie zum Aufbau des Körpers jener niederen Tiere dient, von denen die Mehrzahl der Fische sich nährt — mindestens in ihrem Jugendzustande. Aber dies ist nur die erste Stufe zu einer kontinuierlichen Verkettung ganz verschiedener Lebenskreise. Denn der Fisch wird gelegentlich vom Reiher und vom Fischotter gefressen, oder er erfüllt seine eigentliche ökonomische Bestimmung, indem er auf der Speisetafel des Menschen erscheint. In allen diesen Fällen jedoch sind es unscheinbare, winzige Wassertiere, mit denen dieser Kreislauf anhebt und die ihn überhaupt erst ermöglichen. In eine solche Beleuchtung gerückt, dürfte die mikroskopische Lebewelt unserer Gewässer auch demjenigen beachtenswert erscheinen, der bisher höchstens vielleicht von ihrer Existenz, aber nicht näher über die innigen Beziehungen unterrichtet war, in welchen dieselbe zur Ernährung der Fischfauna steht.

Man kann hier von einem „Kreislauf der organischen Substanz" (im Sinne A. Weismanns) sprechen; aber diesen hat man sich nicht so vorzustellen, daß jedes Teilchen organischer Snbstanz immer wieder von neuem die ganze Stufenleiter von unten an bis zum Fisch, zum Vogel oder gar bis zum Menschen durchlaufen müßte, ehe es wieder der Verwesung anheimfällt, sondern es kann von jeder Stufe an der Kreislauf aufs neue beginnen. Wird ja doch nicht jedes Tier von einem anderen verzehrt, sondern es sterben ja auch viele eines natürlichen Todes. Auch bilden viele Arten die Nahrung für andere, die nicht höher organisiert sind als sie selbst. Leptodora und Bythotrephes (vgl. Fig. 8 und 9) ernähren sich von ihren eigenen Verwandten, und erst wenn sie selbst wieder von Fischen weggeschnappt werden, gelangt die organische Substanz dazu, einem höheren Organismus zum Aufbau zu dienen.

Für sentimental veranlagte Gemüter ist dieses beständige Fressen und Gefressenwerden ein höchst unerfreulicher Anblick; die Natur scheint Leuten solcher Art nur das Schauspiel einer fortwährenden Zerstörung darzubieten. Aber dies wäre doch eine sehr einseitige Auffassung dessen, was wirklich vorgeht. Man könnte doch auch mit Carl Ernst von Bär, dem berühmten russischen Naturforscher, einer ganz anderen, versöhnlicheren Ansicht huldigen und es als eine schöne Veranstaltung betrachten, daß die „Nahrung selbst eine Zeitlang lebendig ist und sich des Daseins freut". Es gibt auch einen biologischen Optimismus, mit dessen

Augen angesehen die Natur durchaus kein „ewig verschlingendes, ewig wiederkäuendes Ungeheuer" ist, wie sie sich dem sentimentalen Werther (nach Goethes Schilderung desselben) darstellte, sondern vielmehr eine aus Tod und Verwesung immer neues unerschöpfliches Leben hervorzaubernde Göttin, deren Walten unsere Bewunderung um so mehr herausfordert, je genauer wir uns mit ihm durch ernste Studien bekannt machen.

XV. Einige Bemerkungen über das Plankton flacher Tümpel und Teiche.

Wir haben bisher immer nur schlichtweg den Namen „Plankton" gebraucht, um die im freien Wasser flottierende Organismenwelt in der Vorstellung von jener anderen zu trennen, welche in der Uferzone oder auf dem Grunde ihre Wohnstätte hat. Aber wenn wir uns näher mit unseren heimatlichen Gewässern beschäftigen, so gewahren wir sehr bald, daß das Plankton großer und tiefgründiger Wasseransammlungen, die wir als „Seen" bezeichnen, vielfach in seiner Zusammensetzung verschieden ist von dem, welches in kleinen Lachen und Teichen angetroffen wird. Ich sah mich daher seinerzeit veranlaßt, ein besonderes Teichplankton (Heleoplankton) von dem eigentlichen Seenplankton (Limnoplankton) zu unterscheiden. Auch andere haben diese Maßnahme gebilligt, und so will ich in vorliegendem populären Buche auf die Tatsachen, welche der Aufstellung jener beiden Kategorien zugrunde liegen, in aller Kürze zurückkommen.

Im allgemeinen besteht, wie ich gleich hervorheben will, ein anerkannter Unterschied von Seen und Teichen in biologischer Hinsicht darin, daß gewisse, dem Schwebleben angepaßte Organismen in ersteren weit zahlreicher auftreten als in letzteren, und daß einige von den im Teichplankton ganz besonders häufig vorfindlichen Tier- und Pflanzenwesen in den Seen gänzlich zu fehlen scheinen, oder doch nur ausnahmsweise in denselben zu konstatieren sind. Das Plankton der Seen ist überhaupt viel weniger mannigfaltig als dasjenige der flachen Wasserkörper, und man kann deshalb viel leichter eine negative Charakteristik vom Limnoplankton geben als eine positive. Auf Grund von recht weit ausgedehnten Forschungen in den verschiedensten Gegenden Deutschlands, wobei mehr als hundert Teiche und Seebecken zur Untersuchung gelangten, vermag ich unbedenklich den Satz aufzustellen, daß in der Schweb-

flora flacher Gewässer ganz andere Algenarten dominieren als in derjenigen von tieferen Becken. So z. B. spielen die Protokokkazeen und Desmidiazeen in den Teichen eine viel hervorragendere Rolle als in den Seen, wo sie wohl gelegentlich auch vorkommen, aber niemals in solcher Anzahl, daß sie als typische Mitglieder des Planktons betrachtet werden könnten. Einige wenige Ausnahmen sind freilich bekannt geworden. Auch gewisse Blaualgen (Anabaena, Aphanizomenon und Clathrocystis) gelangen in Teichgewässern zu einer üppigeren Entwicklung als in Seen. Indirekt wird meine Beobachtung hinsichtlich der Desmidieen auch von dem schweizerischen Pflanzenforscher Chodat bestätigt, welcher in einer seiner Abhandlungen[1]) wörtlich sagt: „Einer der hervorragendsten Charakterzüge der planktonischen Flora unserer Seen ist die Abwesenheit der Desmidieen, welche zu den sonst verbreiteten Gattungen Cosmarium, Euastrum, Staurastrum etc. gehören". Nach neueren eigenen Erfahrungen, die mir zu Gebote stehen, möchte ich in betreff gewisser Algenspezies (wie z. B. Golenkinia radiata, Dictysphaerium pulchellum und auch Scenedesmus quadricauda) die Behauptung aussprechen, daß ihre außerordentliche Vermehrung in manchen Teichen dem Plankton dieser letzteren ein Aussehen verleihen kann, wodurch sich dasselbe sofort (unterm Mikroskop natürlich) von jedem Limnoplankton unterscheiden läßt, weil ein derartiges Hervortreten jener Gattungen in großen Gewässern niemals zu bemerken ist.

In einem der größeren Teiche des Zoologischen Gartens zu Hamburg fischte ich gelegentlich ein pflanzliches Plankton, welches fast nur aus Scenedesmus-Arten (quadricauda, dimorphus, obliquus, acutus und obtusus), sowie aus Closterium cornu bestand. Innerhalb eines Sees würde eine derartige Komposition zu den Unmöglichkeiten gehören. Die Anwesenheit von Scenedesmus in einem Gewässer zeugt stets für dessen sumpfige Beschaffenheit; ebenso ist das Vorkommen zahlreicher Desmidieen in Dorftümpeln an die reichlich darin enthaltenen löslichen Humusstoffe gebunden.

Nicht minder spricht die Gegenwart zahlreicher Coenobien von Pediastrum und das häufigere Auftreten der Zellbündel von Rhaphidium polymorphum unzweifelhaft für den Teichcharakter einer Wasseransammlung, wenn dieselbe auch landschaftlich den Eindruck eines Seebeckens machen sollte.

---

1) Études de Biologie lacustre, 1898.

Eine fernere Eigentümlichkeit der Teiche ist das spärliche Vorhandensein der Bazillariazeen in ihrer Mikroflora, und namentlich gilt dies bezüglich der Schwebformen dieser Algengruppe. Diese Erscheinung ist auch schon von anderen Planktologen (B. Schröder) registriert worden. Nur Asterionella findet sich manchmal in einiger Häufigkeit. Das Tümpel- und Teichplankton unterscheidet sich also besonders durch seine größere Mannigfaltigkeit an grünen Mikrophyten vom Seeplankton. Überdies auch noch durch die starke Beteiligung gewisser Rädertiergattungen an seiner Zusammensetzung. Es sind das hauptsächlich Brachionus-Spezies, sowie außerdem noch Schizozerca diversicornis und Pedalion mirum. Fischt man im freien Wasser eines Wasserbeckens, also fern vom Ufer, eine größere Anzahl von Brachionus-Individuen gleichviel welcher Art auf, so kann man mit Sicherheit die Diagnose stellen, daß sein Plankton auch im übrigen Teichcharakter haben wird. Der bekannte Algolog E. Lemmermann hat diese Tatsache auch seinerseits bestätigt gefunden.

Mit Überraschung habe ich andernteils wahrgenommen, daß so exquisit dem Schwebleben angepaßte Bazillariazeen, wie es Attheya und Rhizosolenia (Fig. 38 und 39) sind, auch in völlig seichten Gewässern (Karpfenteichen) in großer Anzahl an der Zusammensetzung des Heleoplanktons teilnehmen, so daß man von dem Vorkommen dieser Gattungen nicht ohne weiteres auf die Seennatur des betreffenden Gewässers schließen darf. Auch zwei Arten limnoplanktonischer Wassermilben (worunter man sich kleine spinnenähnliche Gliedertiere vorzustellen hat), die in den meisten großen Seen zu finden sind, habe ich vielfach in kleinen Zier- und Promenadenteichen gefangen. Es sind das Atax crassipes und Curvipes rotundus.

Man kann also mit einigem Vorbehalt (weil die Untersuchungen darüber noch im Gange sind) sagen, daß sich die meisten limnoplanktonischen Arten auch in Teichen wiederfinden; aber im umgekehrten Sinne aufgestellt, würde dieser Satz durch viele Tatsachen widerlegt werden, weil es eine ganze Menge Komponenten des Heleoplanktons gibt, die niemals oder höchstens ganz sporadisch in Seen angetroffen werden.

XVI. Das Plankton der Flüsse (Potamoplankton).

Daß nicht bloß stehende, sondern auch langsam fließende Gewässer Plankton enthalten, ergibt sich aus der leicht zu konstatierenden Tatsache, daß abgedämmte Flußschleifen, wie sie bei Regulierungsarbeiten entstehen, binnen kürzester Frist (d. h. schon im Laufe eines einzigen Sommers) eine recht mannigfaltige schwebende Organismenwelt zeigen, die nicht erst durch Verschleppung (vgl. Kap. VIII) dahin gelangt sein kann. Für eine solche Besiedelung würde überhaupt die kurze Zeit von wenigen Monaten nicht ausreichen. Auch da, wo das Wasser eines Flusses dazu benützt wird, um neu angelegte Teichbecken zu füllen, kann man beobachten, daß in denselben schon nach einigen Wochen planktonische Algen, Flagellaten, Rädertiere usw. in bedeutender Anzahl zu finden sind. Daraus ergibt sich logischerweise der Schluß, daß alle diese Wesen schon in dem zur Bespannung herbeigeleiteten Wasser, d. h. in dem Flusse, der es spendete, enthalten gewesen sein müssen; sei es in der Form von Eiern bzw. Keimen, oder in Gestalt vollkommen entwickelter Individuen.

Die direkte Beobachtung von verschiedenen Flüssen hat nun ergeben, daß beides der Fall ist; aber die erwachsenen Planktontiere und vollkommen entwickelten Schwebpflanzen sind in der Mehrzahl vorhanden. Ich habe den Oderstrom bei Oppeln — wenn auch nur flüchtig — untersuchen können, und in einer einzigen kleinen Fangprobe von da sofort 8 Algenspezies, 6 Rädertierarten, 2 Kopepoden (Cyclops und Diaptomus) sowie eine Bosmina (longirostris) nachgewiesen. Später habe ich die Eider bei Rendsburg, die Schlei bei Schleswig, die Lahn bei Marburg, die Havel bei Werder, die Dahme bei Grünau und die Elbe bei Dresden untersucht — alle mit dem Erfolg, daß stets reichlich Planktonwesen im fließenden Wasser vorfindlich waren.[1])

Als die Hauptentwicklungsstätten des Potamoplanktons müssen die stillen Buchten angesehen werden, welche sich trotz aller Fluß-

1) Neuerdings (1906) ist von F. Ruttner (Mikroflora der Prager Wasserleitung) auch ein Beitrag zur Kenntnis des Potamoplanktons der Moldau geliefert worden, woraus das Prager Gebrauchswasser bekanntlich entnommen wird. In dieser Abhandlung (Archiv d. Naturw. Landesdurchforschung XII. Bd. Nr. 4) werden auch eine Reihe von Periodizitätskurven in betreff verschiedener Planktonorganismen mitgeteilt.

korrektionen doch noch da und dort erhalten haben. In diesen Dorados, welche als Teiche anzusehen sind, die in offener Kommunikation mit dem eigentlichen Flußlaufe stehen, entwickelt sich namentlich während der warmen Jahreszeit ein sehr reiches Plankton. Dieses wird entweder durch den Wind, der das Wasser zuweilen in den Fluß hinübertreibt, portionsweise in letzteren übergeführt, oder der Fluß nimmt es, wenn er infolge von Regengüssen steigt, direkt in sich auf, indem er jene Buchten überschwemmt. Daß bei langsam sich fortwälzenden Strömen (und namentlich im Mittellaufe derselben) sich auch manche Wesen im Flusse selbst vermehren können, ist gewiß nicht ausgeschlossen, aber es dürfte doch nur eine Minderzahl sein. Das, was eigentlich im Flusse treibt, wird wesentlich nur das sein, was die Buchten in ihrem Schoße erzeugt haben. Wenn nun an einem großen Flusse (z. B. am Rhein) das Potamoplankton genau studiert und zu verschiedenen Zeiten des Jahres wissenschaftlich genau untersucht wird, so dürfte man aus den so erhaltenen Befunden wichtige Schlüsse auf die gute oder schlechte Beschaffenheit des Wassers innerhalb gewisser Strecken zu ziehen in der Lage sein. Namentlich wird man auf solchem Wege dazu gelangen, sich ein sicher fundiertes Urteil über den Umfang von Flußverunreinigungen zu bilden, wie sie durch Fabriken oder sonstige technische Betriebe bewirkt werden. Denn es wird sich sofort bei der mikroskopischen Beschau einer Planktonprobe aus verunreinigtem Flußwasser zeigen, inwieweit die Algen und die auf sie hinsichtlich ihrer Nahrung angewiesenen Tiere bereits Schaden gelitten haben. Der so erhaltene Befund wird dann weiter ermessen lassen, inwiefern auch der Fischbestand einer solchen in chemischer Beziehung verseuchten Strecke gefährdet ist: denn dieselben Schädigungen, welche die Kleinflora und Kleinfauna erkranken lassen und dezimieren, werden nach Verlauf einer längeren Zeit auch die Fische angreifen und deren Wegsterben verursachen. Wir besitzen — wie bereits erwähnt — jetzt in Berlin eine Königliche Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, welche bei ihrer gemeinnützigen Tätigkeit auf den bisherigen Ergebnissen der Hydrobiologie fußt und dieselben zugunsten der in hygienischer Hinsicht so wichtigen Reinhaltung der öffentlichen Gewässer zu verwerten sich bestrebt. Diese Anstalt arbeitet mit einem ganzen Stabe von Beamten, der aus Zoologen, Botanikern, Bakteriologen und Chemikern besteht. Aus ihren offi-

ziellen Berichten geht schon jetzt hervor, daß der Versuch einer Nutzbarmachung der Errungenschaften, welche die wissenschaftliche Erforschung der Binnengewässer seit Errichtung von biologischen Stationen zu verzeichnen gehabt hat, als vollständig gelungen zu betrachten ist.

Bei dieser Sachlage würde es natürlich von großem Belang sein, wenn man auch dem Flußplankton ein eingehenderes Studium widmen könnte, und es ist deshalb ein beachtenswerter Vorschlag von Professor R. Lauterborn gewesen, daß man auch auf einem unserer großen Ströme (z. B. am Rhein) eine ständige biologische Beobachtungsstation begründen oder noch besser ein schwimmendes Observatorium (anstatt einer seßhaften Anstalt) in Betrieb setzen möchte, welches, von Ort zu Ort sich fortbewegend, die Möglichkeit darböte, den ganzen Rhein, von dessen Oberlauf bis zur Mündung, von planktologischen Gesichtspunkten aus zu studieren.

In Nordamerika, dem Lande der kräftigen Initiative, hat man schon 1894 die Erforschung eines großen Flußgebietes in Angriff genommen, nämlich dasjenige des Illinois, und gegenwärtig befindet sich zu Habana (Ill.) ein wohl dotiertes Staatslaboratorium, wo man hauptsächlich potamoplanktonische Studien betreibt. Das spezielle Forschungsgebiet dieser Station bildet der Illinoisfluß und die ihm angehörenden Gewässer. Das Gefälle dieses Stromes (der den früheren Abfluß des Michigansees darstellen dürfte) ist sehr gering: etwa 30 Fuß auf 225 engl. Meilen; zu Zeiten des Hochwassers beträgt das überschwemmte Gebiet etwa 700 Quadratmeilen. Dank der Dämme entstehen am Flusse eine Serie fast ruhender Wasseransammlungen. Unter diesen Umständen bietet das Illinoisgebiet im Laufe des Jahres außerordentlich mannigfaltige Lebensbedingungen für Wasserorganismen dar. Bei hohem Wasser ist es ein einziges großes Becken; nach Rückgang des Wasserspiegels bleiben eine Anzahl getrennter, charakteristischer und verschiedener Gebietsteile zurück, die sehr differente Faunen und Floren beherbergen. Bei niedrigem Wasserstand liegen im nächsten Umkreise der Station eine große Menge Wasserbecken, die sich zu Untersuchungen sehr mannigfaltiger Art eignen. Als Zweck dieser potamobiologischen Station wurde seinerzeit von deren Leiter Professor S. A. Forbes folgendes angegeben: „Studium der Lebensformen (Tiere und Pflanzen) eines großen Flußgebietes in allen ihren Stadien in betreff ihrer Unterscheidungs-

merkmale, ihres örtlichen Vorkommens, bezüglich ihrer Verbreitung und Häufigkeit sowie in Ansehung ihres gesellschaftlichen Zusammenlebens, ihrer Abhängigkeit voneinander und ihrer Existenzbedingungen. Kurz, wir tun unser möglichstes, um das Gebiet des Wasserlebens in einem weit ausgedehnten Distrikt von Nordamerika im allgemeinen und speziellen zu enthüllen und die biologischen Verhältnisse daselbst allseitig zu beleuchten." Sehr viel später wurde von seiten russischer Naturforscher am Wolgaflusse (zu Saratow) gleichfalls eine wissenschaftliche Station begründet mit der Bestimmung, dem Studium der Tier- und Pflanzenformen dieses mächtigen Stromes ausschließlich zu dienen und damit eine feste Grundlage für die Biologie der potamischen Organismen zu schaffen.

So ist nun auch das tierische bzw. pflanzliche Leben in großen Strömen und Flüssen zum Gegenstande eingehender Forschungen geworden, wodurch die gleichgerichteten Untersuchungen an den stagnierenden Wasserkörpern (d. h. an unseren Seen und Teichen) eine wertvolle Ergänzung erfahren, deren praktischer Nutzen im Hinblick auf die Bestrebungen der öffentlichen Gesundheitspflege nach und nach immer mehr zutage treten wird.

XVII. Über das Verhältnis der Hydrobiologie zum Fischereiwesen.

In einer kleinen Abhandlung[1]) vom Jahre 1893 habe ich auf die Beziehung der Hydrobiologie und Planktonkunde bereits mit folgenden Worten hingewiesen: „Es lassen sich planktonreiche und planktonarme Seen unterscheiden. Man wird dashalb künftig, um beim Ankauf oder der Pachtung eines Gewässers rationell zu verfahren, dasselbe in bezug auf die durchschnittlich darin erzeugte Planktonmenge prüfen müssen. Wenig Gehalt an tierischem Plankton besagt dann, daß der fragliche Seee oder Teich kein gutes Nährwasser für die Aufzucht von Fischen ist, wogegen ein reichliches Ergebnis in der angegebenen Hinsicht die entgegengesetzte Schlußfolgerung gestattet. Man wird somit in Zukunft die Gewässer ebenso einer „Bonitierung" unterziehen müssen, wie die schon seit langem einer solchen Abschätzung unterworfenen Bodenflächen, welche zum Anbau von Kulturpflanzen dienen."

1) Die mikroskopische Organismenwelt des Süßwassers in ihrer Beziehung zur Ernährung der Fische. Rendsburg 1903. (Gelegenheitsschrift.)

Da kam später der norwegische Zoolog Hartvig Huitfeldt-Kaas und faßte das, was ihm seine eigenen Beobachtungen gelehrt hatten, im nachstehenden Satze zusammen: „Als ich im Sommer 1895 bei meinen Fischereiuntersuchungen zum ersten Male Plankton in verschiedenen Gewässern sammelte, wurde ich darauf aufmerksam, daß die reichsten Planktongewässer auch gute Fischwasser waren. Gleichzeitig fand ich auch, daß die besten Fischgewässer seicht waren oder größere seichte Partien besaßen, so daß geringe Tiefe, Planktonfülle und Fischreichtum in den meisten Fällen in demselben Wasser vereint waren." Diese Mitteilung entstammt einem Vortrage, den der Genannte am 10. März 1898 in der Biologischen Gesellschaft zu Christiania gehalten hat. Am Schlusse seiner Darlegung wies derselbe Forscher noch direkt auf die nahe Beziehung der Hydrobiologie zur Fischerei hin, indem er sagte: „Abgesehen von dem direkten Nutzen, den man aus der Kenntnis des Planktons als Fischnahrung ziehen kann, wird das Plankton außerdem immer eine Richtschnur sein zur Beurteilung des Produktionsvermögens eines Gewässers im ganzen genommen, insofern Reichtum an Plankton auch gleichbedeutend ist mit dem Reichtum an Nahrungsstoffen für die Fische." So ist also schon vor Jahren von zwei Seiten her auf den innigen Zusammenhang, in welchem die Wissenschaft der Planktologie zur Frage der Fischernährung steht, nachdrücklich hingewiesen worden.

Alsbald trat nun in Deutschland ein wissenschaftlich wohl orientierter Vertreter der praktischen Teichwirtschaft, Dr. Emil Walter, mit dem Vorschlage auf den Plan, die Bonitierungsmethode tatsächlich für die Teichwirtschaft nutzbar zu machen. Er begründete die Befürwortung dieser Maßnahme in einer gemeinverständlichen Schrift, in der er hervorhebt, daß nicht die Fische, sondern deren Nährtiere den ökonomischen Wert eines Gewässers bestimmen. Das entsprach vollständig dem von den Fachbiologen festgestellten Sachverhalt, und wir müssen Walter des Verdienst zuschreiben, daß er dessen Bedeutung für den praktischen Betrieb der Teichwirtschaft als einer der ersten sofort richtig erkannt hat. „Es ist von Wichtigkeit," sagt er in seiner größeren Publikation[1]), „daß der Fischzüchter sich von Zeit zu Zeit über den Stand seiner

1) E. Walter: Eine praktisch verwertbare Methode zur quantitativen Bestimmung des Teichplanktons. — 1895. Vgl. auch desselben Verfassers Lehrbuch: Die Fischerei als Nebenbetrieb des Landwirts und Forstmanns. 1903.

Fischweide unterrichte, damit er als guter Hausvater wisse, ob es etwa an Brot für seine Pfleglinge mangele, oder ob sie im Überflusse schwelgen, damit er sein Verhalten danach einrichten könne. Auch bei erstmaligen Besetzungen von Gewässern mit Fischen, sowie bei vielen anderen Gelegenheiten tut eine solche Nahrungsuntersuchung gute Dienste. Dieselbe ist leicht auszuführen: sie kann aber in der Praxis nur auf Schätzungen beruhen, etwa in derselben Weise, wie der Viehzüchter die Qualität der Weide taxiert, und da die Verhältnisse im Wasser nicht so klar vor Augen liegen wie auf der Viehweide, so muß sich der Fischzüchter in der Abschätzung der Fischgewässer erst einige Übung erwerben, die er aber bei vergleichender Untersuchung verschiedener und ungleich produktiver Gewässer bald erlangen kann."

Da und dort sind nun auch Stimmen laut geworden, die von einer derartigen Bonitierung nicht viel halten, weil sie meinen, daß das Gedeihen der Fische „nicht bloß" von der Quantität und Qualität des Planktons abhänge, sondern daß dabei auch noch die Tierwelt des Ufers und des Teichgrundes mit in Frage komme. Aber solche Bemängler der empfohlenen Schätzungsmethode lassen bei ihren Einwürfen völlig außer acht, daß da, wo viel Plankton ist, auch viele der schwebenden Tier- und Pflanzenwesen tagtäglich absterben und auf den Grund sinken müssen, wo sie noch frisch oder im faulenden Zustande den vielen nicht planktonischen Krebstieren, Würmern und Insektenlarven zur Nahrung dienen und auf diese Weise indirekt den Fischen zugeführt werden, weil letztere neben dem Plankton doch auch viele litorale Organismen als Nahrung aufnehmen. Es ist niemals behauptet worden, daß die erwachsenen Fische ausschließlich vom Plankton leben, sondern als Regel gilt dies nur für die jüngsten Altersstufen aller einheimischen Spezies. Vielleicht machen einzig und allein die Maränen hiervon eine Ausnahme; aber im Magen von diesen habe ich auch schon häufig junge Schnecken (Paludina) und Insektenlarven (Chironomus) vorgefunden.

Zweifellos aber leistet die Bonitierung vortreffliche Dienste, wenn es sich um den Zustand von Streckteichen in der Karpfenzucht handelt, wo es gilt, die heranwachsende Brut in möglichst nahrungsreiche Gewässer zu setzen und sie von da in andere, ebensolche zu übertragen, wenn die Weide leer gefressen ist. Bisher verließ sich der Praktiker dabei durchweg auf seine „Erfahrung", erfuhr aber dabei doch recht häufig, daß diese ihn namentlich dann

im Stiche zu lassen pflegte, wenn es gerade recht notwendig gewesen wäre, sich ihrer zu bedienen.

Freilich ist zuzugeben, daß die Anwendung der süßwasserbiologischen Ergebnisse auf den Gesamtbetrieb der Fischereiwirtschaft nicht so einfach ist, wie dies sich manche Praktiker vorstellen. Es sprechen außer dem Plankton ganz gewiß auch mancherlei andere Faktoren mit, von denen wir noch gar keine ausreichende Kenntnis haben. Wissen wir doch z. B. schon, daß großer phanerogamischer Pflanzenreichtum neben seiner wertvollen Funktion als Nährstoffspender auch den Nachteil einer stärkeren Beschattung besitzt, wodurch die in seinem Bereich liegenden Wasserschichten kühl gehalten werden. Das ist besonders der Fall bei solchen Gewächsen, deren assimilierende Blattorgane sich flächenhaft an der Oberfläche der Teiche ausbreiten. Dazu kommt auch noch, daß eine üppige Wucherung der aquatischen Flora dem Teichboden sehr viel Nährstoff entzieht, welcher zur Vermehrung der mikroskopischen flottierenden Algen verwendet werden könnte, die bekanntlich ein direktes Futter für viele Spezies von Infusorien und Krustazeen bilden. Andernteils bieten die höheren Pflanzenformen eines Teiches auch Verstecke und Unterstandsgelegenheiten für manche Fische dar, wie sie ja auch nicht minder für die Eierablage zur Laichzeit ein notwendiges Erfordernis sind. Derartige Einsichten können freilich nur nach und nach erworben werden, und die Interessenten der Teichwirtschaft müssen sich selbst eingehender mit Beobachtungen, die ihr Fach angehen, befassen. Es ist auch vielleicht zu erhoffen, daß sich tüchtige Gelehrte in höherem Grade mit dem Betriebe der Fischzüchterei vertraut machen und ihr biologisches Wissen auf dieselben anwenden, um dann energisch an der Lösung der zahlreichen praktischen Probleme mitarbeiten zu können.

In neuester Zeit hat sich namentlich Prof. N. Zuntz, Direktor der Tierphysiologischen Instituts an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin, um die Klärung zahlreicher fischereiwissenschaftlicher Fragen mit Erfolg bemüht, und er hat eine Reihe von Tabellen entworfen, welche die Ergebnisse jahrelanger Untersuchungen übersichtlich zusammengestellt zeigen. Sie geben in ihrer Gesamtheit hauptsächlich einen Überblick über die Bedingungen, von welchen der Erfolg der Karpfenzucht, speziell in Teichen, abhängt, und enthalten auch Hinweise, durch deren Benutzung dieser Erfolg gefördert werden kann. Als Grundlage aller Berechnungen über die in Teichen zu erzielenden Nährerfolge müssen wir den Stoff-

verbrauch der Fische kennen. Tafel 1 (von Zuntz) zeigt uns dessen wechselnde Größe in Abhängigkeit von der Temperatur des Wassers und von der Jahreszeit. Ein weiteres entscheidendes Moment für den Verbrauch auf 1 kg Lebendgewicht ist die Körpergröße der Tiere; ihren Einfluß erläutert die zweite Tafel. Es ist auf diesen beiden Tafeln als Maß des Stoffverbrauchs die Menge des durch die Atmung aufgenommenen Sauerstoffs, die Menge der als Verbrennungsprodukt gebildeten Kohlensäure und die ausgeschiedene Stickstoffmenge aufgeführt. Letztere als Maß des Zerfalls und damit des Ersatzbedürfnisses der eiweißhaltigen Körpergewebe; erstere beiden als Maß des gesamten Stoffverbrauchs. Aus Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung können wir dann mit unbedingter Sicherheit den Nahrungsbedarf der Tiere berechnen. Die Nahrung der sogenannten „Friedfische" wird unter natürlichen Verhältnissen aus den im Teiche lebenden niederen Organismen pflanzlicher, hauptsächlich aber aus denen tierischer Art genommen. Unter diesen Organismen spielt das Plankton natürlich die Hauptrolle. Es ist besonders auch insofern bedeutungsvoll, als seine Menge und Art uns die Nährkraft des Teiches und damit die Menge der Fische, welchen es die Bedingungen des Abwachsens gewähren kann, bestimmt. Tafel 3 gibt für eine Anzahl in bezug auf die Fruchtbarkeit jahrelang beobachteter Fischteiche die Menge des in jedem Teiche entwickelten Planktons und den Nährwert desselben an. Weiteren Aufschluß in derselben Richtung gibt Tafel 4, welche die Entwicklung des Planktons während eines Sommers in ihrer Abhängigkeit von den Schwankungen der Wasserwärme und des Sonnenscheins darstellt. In Tafel 5 sind dieselben Verhältnisse aus einem andern Jahre dargestellt, und zugleich zur Anschauung gebracht, welchen Einfluß die Fütterung der Fische auf die Planktonentwicklung ausübt. Diese Tafel soll ein Beitrag zu dem noch heute bestehenden Streit darüber sein, ob die Fütterung in Teichen mehr direkt durch Aufnahme des Futters seitens der Fische, oder indirekt, gewissermaßen im Sinne einer Düngung, als Mittel zur Vermehrung der Planktonorganismen wirkt.

Es seien diese Einzelheiten hier nur angeführt, um zu zeigen, wie gegenwärtig schon die Anfänge einer exakten und auf genauen Beobachtungen beruhenden Fischereiwissenschaft am Horizonte der Zukunft sichtbar zu werden beginnen.

XVIII. Das Plankton als Gegenstand eines zeitgemäßen biologischen Schulunterrichts.

Unter diesem Titel habe ich 1906 eine Abhandlung veröffentlicht, in der ich mir die Aufgabe gestellt hatte, zu zeigen, ein wie fruchtbarer Gegenstand das Plankton auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht an mittleren und höheren Schulen sei.[1]) Zu diesem Vorschlage, den ich ausführlich begründet habe, sind zahlreiche öffentliche Beistimmungen aus Lehrer- und Forscherkreisen erfolgt, so daß zu hoffen ist, man werde auch an solchen Stellen, welche direkten Einfluß auf die fernere Gestaltung unserer Schulverhältnisse besitzen, von den Argumenten, die ich zugunsten einer Verwertung der Planktonkunde beim Unterricht ins Feld geführt habe, Kenntnis nehmen. Hier, als an einer Stelle, von der aus die Beziehungen der Hydrobiologie zu den verschiedensten Wissenschaftsgebieten beleuchtet werden sollen, will ich nicht verfehlen, auch eines der Hauptpunkte meiner Beweisführung kurz zu gedenken. Ich behaupte, und niemand wird mir das Gegenteil beweisen können, daß bei einer Demonstration und Besprechung des lebenden Planktons die Möglichkeit besteht, den Schüler mit zwei außerordentlich wichtigen Tatsachen bekannt zu machen. Erstens mit der Mannigfaltigkeit des Lebens auf kleinstem Raume und zweitens mit dem Stoffkreislauf innerhalb desselben, der sein Analogon in dem umfassenderen organischen Getriebe des Meeres und des Festlandes findet. Ferner bekommt der jugendliche Beobachter des Planktons auch einen Begriff von dem, was man „Lebensgemeinschaft" in der Biologie nennt, und er wird gewahr, daß es nicht bloß einen „Kampf um die Existenz" in der lebendigen Welt gibt, sondern auch ein Verhältnis der wechselseitigen Unterstützung und Daseinsförderung. Ein naturkundlicher Unterricht, der solche Anschauungen vermittelt und der dem jugendlichen Geiste derartige Begriffe einpflanzt, ist nun — das behaupte ich — ein wirksameres Mittel, die Natur in ihrem Walten von vornherein richtig aufzufassen, als die noch so geschickte Vorführung irgendeines andern Teils der Zoologie oder Botanik. Trotzdem wird aber diesen Disziplinen ihr Unterrichtswert keineswegs abgesprochen, vorausgesetzt nur, daß sie mit richtigen Grundanschauungen verbunden werden. Und um diese zu gewinnen — dafür

1) Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, I. Band. 1906.

ist die Naturgeschichte des Planktons und die Vorführung der Hauptvertreter desselben (unterm Mikroskop) ein Lehrgegenstand, der, meinem Ermessen nach, durch keinen andern ersetzt werden kann. Der Leser jener Schrift wird nach der Lektüre der vorliegenden sich ein eigenes Urteil darüber zu bilden imstande sein, ob meine Behauptung ausreichend begründet ist oder nicht.

Es gewährt mir eine hohe Befriedigung, zu wissen, daß ich mit dieser Ansicht nicht allein stehe, sondern daß — wie ich schon mitteilte — nicht wenige namhafte Naturforscher und Pädagogen dieselbe teilen. Aus einer ganzen Reihe von Gutachten führe ich hier dasjenige eines unserer ersten Algologen (Prof. W. Schmidle) an, welcher zugleich eine hervorragende Stelle im Lehrfach einnimmt, insofern er seinerzeit Direktor des Großherzogl. Lehrerseminars zu Meersburg i. B. war. Die betreffende Zuschrift lautet: „Es ist natürlich, daß ich mit Ihrem Gedanken völlig einverstanden bin. In der drittletzten Klasse unserer Anstalt ist schon seit drei Jahren ein Mikroskopierkurs vorgesehen, wo naturgemäß auch Planktonfang und Planktonorganismen behandelt werden. Vor uns liegt ja der schöne große Bodensee und ladet nicht nur zum Bade, sondern auch zu wissenschaftlichen Fängen ein. Wer die Freude gesehen hat, welche die Schüler empfinden, wenn sie in die ihnen ganz neue Wunderwelt des Planktons eingeführt werden, erkennt leicht die Bedeutung von dessen Verwertung im Unterricht. Drei Dinge sind es, welche einer übersichtlichen Behandlung des Planktons einen Platz in der Schule einräumen: 1. die relative Leichtigkeit der Präparation. 2. die Vielheit und Schönheit der zur Anschauung gebrachten Formen und 3. seine biologische Bedeutung; wer das Leben in einem See verstehen will, muß wenigstens einen Einblick in die Verteilung und die Menge des Planktons haben." In einer bereits in II. Auflage erschienenen Schrift, betitelt „Das Plankton als Gegenstand der naturkundlichen Unterweisung in der Schule" (Leipzig, Thomassche Verlagshandlung), habe ich diese wichtige Frage des biologischen Unterrichts eingehender erörtert.

Ich kenne nur noch einen einzigen Gegenstand außer dem Plankton, der geeignet sein würde, ihn ebenfalls zum Anknüpfungspunkte einer ganzen Reihe von biologischen Betrachtungen zu machen, welche den Horizont des Schülers hochgradig zu erweitern geeignet wären. Das ist der Wald, den man mit R. H. Francé[1]) definieren

1) Das Leben der Pflanze. 1906. S. 373.

kann als einen Zusammenschluß von Holzgewächsen in Baumform, zusammen mit „Pilzen, Moosen, Kräutern, Stauden und Sträuchern". Und mit vollem Recht sagt derselbe Autor von ihm: „Es ist eine Welt, deren Studium das Leben ausfüllen kann." Der Wald formiert sich, wie schon angedeutet, aus verschiedenen Pflanzenvereinen, die in gegenseitiger Abhängigkeit voneinander stehen und so eine ganz ähnliche Lebensgemeinschaft bilden wie das Plankton. Und nimmt man zu den verschiedenen Pflanzengruppen des Waldes auch noch dessen tierische Bewohner (die im Boden wohnenden Würmer, die auf Büschen und Bäumen lebenden Insekten, die in seinem Schutze nistenden Vögel und das in seinem Schattendunkel sich verbergende Wild), so haben wir eine Lebensgemeinschaft so interessanter und wundervoller Art vor uns, daß es sich verlohnen würde, auch deren verschiedene Gesetzmäßigkeiten der jugendlichen Seele bekannt zu geben, sie ihr einzuprägen und fürs ganze Leben unvergeßlich zu machen. Das wäre ein Kenntnisschatz, der gleichfalls einen Grundstock für alle weitere naturwissenschaftliche Belehrung auf organischem Gebiet abgeben könnte. In Erwägung dieses Umstandes habe ich bereits vor der Öffentlichkeit allen Ernstes den Vorschlag gemacht, Waldschulen im biologischen Sinne zu begründen, d. h. in der Nähe von großen Städten im oder am Walde Holzhäuser von hinreichenden Dimensionen zu errichten, wo 100 bis 120 Kinder ein Unterkommen finden können, um Luft, Licht und Belehrung mitten in der freien Natur zu genießen — abseits von der dumpfen, das Herz beengenden Lehrstube. Und wäre eine solche Waldschule nur 3 Monate während der Sommerszeit im Betriebe, so würde sie aus vielen blöden und geistig ungewandten Kindern fröhliche frische Menschen und gute Beobachter machen, also ihnen Eigenschaften anbilden, die fürs ganze fernere Leben wertvoll und wichtig sind, gleichviel welchem Berufe sich später die so geschulten Knaben oder Mädchen widmen wollen.

Bei Charlottenburg-Westend (in der Nähe von Schloß Ruhwald bei Berlin) besteht bekanntlich eine Institution, welche gleichfalls als „Waldschule" bezeichnet wird, aber hier handelt es sich lediglich um eine hygienische Vorkehrung, deren Zweck es ist, blutarmen und herzleidenden Kindern, resp. jugendlichen Rekonvaleszenten einen für ihre körperliche Entwicklung zuträglichen Aufenthalt zu gewähren. Ganz gewiß ist das ein lobenswertes Vorgehen, und es ist nicht eine Silbe gegen Waldschulen als Förderungs-

mittel der Gesundheit zu sagen. Im Gegenteil — man gründe recht viele solcher Sanatorien, worin die Heilfaktoren der Natur allein und ohne alle Medizin ihre Wirksamkeit entfalten können. Aber es wäre sehr an der Zeit, auch Waldschulen im biologischen Sinne zu errichten und in ihnen Sport, Spiel und Belehrung harmonisch miteinander zu verbinden. Pflanzenkunde treiben heißt nicht Herbarien anlegen und Bestimmungstabellen durchstöbern — sondern das Leben der Gewächse an Ort und Stelle kennen lernen, die Abhängigkeit der verschiedenen Arten voneinander demonstriert erhalten und davor behütet werden, daß man künftig (aber in einem höheren Sinne als in dem des Sprichworts) das Schöne am und im Walde vor lauter Bäumen nicht zu sehen bekommt. Wer den Geist, in welchem biologische Kenntnisse dem jugendlichen Menschen (oder weiteren Volkskreisen) übermittelt werden sollen, verspüren will, der nehme das oben zitierte Buch über das Leben der Pflanze von R. H. Francé zur Hand. Dort findet er ihn. Und ferner gewinne er aus den Schriften W. Bölsches die Überzeugung, daß man sehr wohl geistvoll, unterhaltend und populär sein kann, auch ohne damit die Würde strenger Wissenschaftlichkeit zu verletzen. Nur muß man ja nicht unter „Wissenschaft" die bloße Aufzählung und banale Aneinanderreihung von Tatsachen verstehen, sondern der sicher viel richtigeren Ansicht huldigen, daß eine gewisse Poesie der Auffassung und Darstellung[1]) zu den wirksamsten Hilfsmitteln einer gesunden Pädagogik gehört.

Ich habe in einer neueren Unterrichtsschrift auch betont, daß man auf das gedächtnismäßige Festhalten der Einzelheiten, mit denen der Schüler bei naturkundlichen Vorführungen bekannt gemacht wird, nicht zuviel Wert legen dürfe.[2]) Darauf kommt es gar nicht an! Die große Hauptsache bleibt vielmehr, daß schon in früher Jugend der Sinn für die Natur geweckt und das Beobachtungsvermögen geschärft werde. Der ideale Zweck eines nach modernen Grundsätzen geleiteten naturwissenschaftlichen Unterrichts ist vollkommen erfüllt, wenn der Schüler daraus eine geistige und gemütliche Erhebung schöpft, die ihm selbst noch in der verblassenden Erinnerung während seines späteren Lebens zu einer Quelle

1) Vgl. in dieser Hinsicht die gemeinverständlichen Schriften und Aufsätze des bekannten Geographen F. Ratzel.

2) O. Zacharias: Das Plankton als Gegenstand der naturkundlichen Unterweisung in der Schule. Leipzig 1909. Zweite Auflage.

reinen Vergnügens wird und gleichzeitig einen Panzer bildet, an dem alle etwa auftauchenden Versuche, seinen Intellekt vom Wege logischen Denkens abzulenken, unfehlbar scheitern müssen. Wenn ein gutgeleiteter naturkundlicher Unterricht dieses zur Folge hat, so entspricht er der Aufgabe, welche eine rationelle Pädagogik an ihn stellt. Mehr kann und soll er außerhalb des Rahmens von Fachschulen nicht leisten.

Und ich erhoffe eine solche Wirkung namentlich von einer Popularisierung der Planktonkunde und von deren Verwendung im naturkundlichen Unterrichte. Auch andere, die für zweifellos kompetent gelten müssen, teilen diese Ansicht. Wer sie bestreitet, der verkennt entweder das Ziel der biologischen Unterweisung überhaupt, oder er ist nicht aus eigner Anschauung mit dem tiefgehenden Einflusse bekannt, den die Beschäftignng mit dem mikroskopischen Tier- und Pflanzenleben unserer Gewässer auf die wissensdurstige Jugend auszuüben vermag.

Wilhelm Bölsche sagt übrigens in einer seiner neuesten Publikationen[1]) sehr treffend in bezug auf das Plankton als Unterrichtsstoff: „Diese glashellen Wesen sind wirklich ganz außergewöhnlich pädagogisch entgegenkommende Objekte. Man braucht sie weder zu foltern noch ihren Kadaver zu zerstückeln. Was an ihnen zu sehen ist, zeigen sie schon bei lebendigem Leibe Sie könnten gar nicht besser von der Natur für unsere Lehrzwecke erfunden sein."

XIX. Die Biologische Station zu Plön.

Im Jahre 1888 habe ich zum ersten Male in verschiedenen wissenschaftlichen Zeitschriften die Gründe erörtert, welche überzeugend für die Errichtung lakrustisch-biologischer Stationen sprechen, und bald darauf gelang es mir, die zur Verwirklichung eines solchen Planes erforderlichen Mittel aufzubringen. Bereits im Herbst 1890 erhob sich ein stattliches, villenähnliches Gebäude am Nordufer des Großen Plöner Sees, und damit war dem neuen Forschungsfelde der Hydrobiologie die erste bescheidene Heimstätte auf deutschem Boden bereitet.

In folgender Figur 49 ist das aus rotem Backstein aufgemauerte Gebäude abgebildet. Es ist in der schönen, wasserreichen und bewaldeten Landschaft weithin sichtbar. Von der Höhe seines

1) Auf dem Menschenstern. 1909. S. 177.

Türmchens überschaut man die Hälfte des 32 Quadratkilometer großen Sees, zu dessen spezieller Untersuchung es in erster Linie dient. Eine kurze Wagenrundfahrt von wenigen Stunden Dauer führt uns an 18 anderen Seebecken, an zahlreichen Teichgewässern und an vielen Moortümpeln vorüber, so daß der Besucher Ostholsteins erstaunt ist, auf so kleinem Gebiete eine derartige Menge von Wasseransammlungen verschiedensten Charakters anzutreffen. Von den sonstigen Gegenden Norddeutschlands, welche damals als Standort für das kleine Forschungsinstitut in Frage kamen, erwies sich diejenige von Plön, im Hinblick auf ihre eben geschilderte Beschaffenheit als die allergeeignetste. Sie könnte wohl auch innerhalb Deutschlands durch keine andere ersetzt werden. Daß sie als typische Moränenlandschaft von Malern, Dichtern und Touristen für die „Perle" der Elbherzogtümer erklärt worden ist, sei hier nur nebenbei erwähnt.

Fig. 49. Die Biologische Station zu Plön.

Im Erdgeschoß des Gebäudes, welches unmittelbar am See liegt, befindet sich das geräumige Arbeitszimmer des Direktors mit der Privatbibliothek desselben. Außerdem die offizielle Bücherei der Anstalt, eine reichhaltige Präparatensammlung, die Netzkammer und noch einige Nebengelasse. Im Souterrain, wo auch während der heißesten Monate die Temperatur nie über 9 oder 10^0 C ansteigt, sind eine Reihe von Aquarien aufgestellt, die durch einen elektrischen Motor schnell und bequem mit frischem Wasser aus dem See versorgt werden können. Es wird nicht nur im Sommer, sondern auch während des Winters in der Station gearbeitet, so daß es möglich ist, das Leben der lakustrischen Tiere und Pflanzen

in allen seinen Phasen kennen zu lernen, was außerhalb eines permanent in direkter Wassernähe befindlichen Observatoriums nicht möglich sein würde.

Die vorzügliche Gelegenheit zur ausgiebigen Beschaffung von frischem Material, wie sie bei einer solchen Station, die dicht am Wasser liegt, immer gegeben ist, bietet dem Forscher auch Gelegenheit zu physiologischen Experimenten, welche sich auf das Zellleben im allgemeinen erstrecken oder die Ernährungs- und Verdauungsfunktion der niederen Tiere betreffen, über die wir noch sehr wenig Aufschluß besitzen. Auch das Verhalten der Einzelligen zu schwachen elektrischen Strömen, zu verschiedenen Lichtarten und Lichtintensitäten, sowie ihre eigentümlichen, durch chemische oder physikalische Einflüsse hervorrufbaren Tropismen können in einer biologischen Süßwasserstation ebensogut wie in einer marinen zum Gegenstande der eingehendsten Studien gemacht werden. Dazu kommen noch Ermittelungen über parasitäre Fischkrankheiten, namentlich über solche, welche durch schädliche mikroskopische Schmarotzer (Myxosporidien) entstehen, deren Zeugungskreise schwierig festzustellen sind und deren vollständige Lebensgeschichte neben dem rein wissenschaftlichen auch ein hohes praktisches Interesse besitzt, weil durch derartige Schmarotzer oft ganze Fischbestände dezimiert oder zum völligen Aussterben gebracht werden. Ebenso kann die je nach Alter und Jahreszeit wechselnde Nahrung mancher Fischspezies, sowie die natürliche Ernährungsweise der Jungfische aller Gattungen am bequemsten und besten in einer Süßwasserstation erforscht werden, wo alle Vorbedingungen zur rechtzeitigen Erlangung von Beobachtungsmaterial immer erfüllt sind.

Eine Spezialität der Plöner Biologischen Station bildet aus letzterem Grunde auch das fortgesetzte und gründliche Studium des Süßwasserplanktons der in ihrer Umgebung gelegenen zahlreichen Binnenseen. Die Anstalt verfügt über ausgezeichnete Mikroskope aus der bekannten optischen Werkstätte von C. Zeiß (Jena), über eine Reihe verbesserter Gazenetze, über ein gut funktionierendes Schließnetz, über verschiedene Schlammsauger und eine sogenannte Planktonpumpe. Neuerdings auch über einen vom Leiter der Station neu konstruierten Planktonseiher (Ethmophor), welcher das Auffischen von Untersuchungsmaterial bei der vollen Fahrt eines Segel- oder Motorbootes ermöglicht.

Ein Ausweis über die bisher am Plöner See geleisteten Ar-

beiten ist in den zwölf umfangreichen Bänden der „Forschungsberichte" (1893—1905) geliefert worden, welche alljährlich publiziert wurden. Vom Jahre 1906 ab trat an Stelle derselben das „Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde", eine Vierteljahrsschrift, welche jährlich in vier starken Heften erscheint.[1]) Dieselben bilden stets einen Jahresband von 500 bis 600 Druckseiten mit erläuternden Tafeln oder Textillustrationen. Soweit das Plankton in Betracht kommt, werden in dieser Quartalspublikation auch vielfach die Verhältnisse des Meeres berücksichtigt.

Zur Geschichte der Plöner Station gehört schließlich auch deren Frequenz, und mit Bezug hierauf teile ich nachstehend mit, wie sich letztere seit 1892 in den aufeinanderfolgenden Jahren gestaltet hat. Es sind hierbei alle diejenigen Personen gezählt worden, welche behufs irgendeines Informationszweckes zu längerem oder kürzerem Verweilen in Plön eintrafen, also neben den eigentlichen Praktikanten auch durchreisende Zoologen, Botaniker, Anatomen, Physiologen, Ärzte und Angehörige des Lehrerstandes mittlerer und höherer Schulen. Nach meinen Aufzeichnungen verhielt es sich mit dem Besuch solcher Interessenten in den einzelnen Jahren wie folgt: 1892 (70 Personen); 1893 (63); 1894 (106); 1895 (28); 1896 (37); 1897 (34); 1898 (45); 1899 (10); 1900 (30); 1901 (47); 1903 (65); 1904 (33); 1905 (50); 1906 (75); 1907 (48); 1908 (152); 1909 (82); 1910 (94) und 1911 über 100 Personen. Das macht also durchschnittlich nahezu 60 Besucher im Jahre.

Nach dem Vorgange in Plön sind aber auch in vielen andern Ländern Süßwasserstationen zu Forschungs- und Lehrzwecken begründet worden, und während des letztverflossenen Jahrzehnts sind Dutzende von solchen Instituten in zahlreichen Kulturländern Europas und auch in Nordamerika entstanden. An überseeischen derartigen Anstalten existieren bis jetzt mehr als ein Dutzend, und Rußland besitzt deren acht, wenn wir diejenigen mitzählen, welche auch fischereiwirtschaftliche Studien in ihr Programm aufgenommen haben. In Dänemark haben wir die Station zu Frederiksdal, wo Prof. Wesenberg-Lund seine Studien betreibt. In Frankreich besteht schon seit 1893 eine stationsartige Einrichtung, die mit der Hochschule zu Clermont-Ferrand verbunden ist. Belgien hat erst neuerdings (1906) zu Overmeire-Donck eine Süßwasser-

1) Verlag der Schweizerbartschen Buchhandlung zu Stuttgart.

Fig. 50. Eine Plankton-Exkursion von Schülern (Kursisten).

station erhalten; England eine solche 1905 an den Norfolk-Broads, einer Sumpfgegend im Westen des Königreichs. Italien besitzt in Rom und Mailand Studiengelegenheiten für Süßwasserbiologie. Österreich ist vor vier Jahren (1906) durch die Munifizenz eines begüterten Wiener Privatmannes (Dr. C. Kupelwieser) zu einer wohlausgerüsteten lakustrischen Station bei Lunz-Seehof gekommen, und so regt es sich an allen Ecken und Enden, um einem Wissenschaftszweige zum Gedeihen und zur Blüte zu verhelfen, der zu Beginn der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts noch für kaum mehr als eine dilettantische Liebhaberei erachtet wurde und deren Vertreter deshalb auch mit Schwierigkeiten aller Art zu kämpfen hatten. Wie aber aus der vorstehenden Darstellung ersichtlich ist, wäre diese Geringschätzung, die seinerzeit ziemlich allgemein war, jetzt höchst unberechtigt.

Im Jahre 1909 hat eine Erweiterung der Biologischen Station zu Plön in der Weise stattgefunden, daß neben dem in Fig. 49 abgebildeten Hauptgebäude ein hölzerner Pavillon von größeren Dimensionen errichtet worden ist, welcher nun als Sommerlaboratorium dient. Derselbe ist 25 m lang, 5 m breit und 4,5 hoch. Das Licht fällt durch 11 große Fenster (von Süden her) in diesen

ansehnlichen Raum, welcher groß genug ist, um 20—25 Praktikanten aufzunehmen, die zum Studium des Planktons nach Plön kommen (siehe Titelbild). Um insbesondere Mitgliedern des Lehrerstandes (aller Schulgattungen) Gelegenheit zu geben, sich mit dem Plankton und seinen Lebenseigentümlichkeiten bekannt zu machen, werden zu Plön in den Monaten Juli und August jeden Jahres speziell hierauf gerichtete Arbeitskurse veranstaltet, welche es jeglichem nur einigermaßen in der mikroskopischen Technik Vorgebildeten ermöglichen, in dem kurzen Zeitraum von 3 Wochen sich eine Menge planktologischer Kenntnisse durch die direkte Anschauung und persönliche Unterweisung des Stationsleiters zu erwerben.

Nachdem mein Vorschlag, das Süßwasserplankton zum Gegenstande der Belehrung auf Schulausflügen (und im naturkundlichen Unterrichte) zu machen, in weiteren pädagogischen Kreisen Anklang gefunden hatte, erschien es angezeigt, den Lehrern (und selbstredend auch den Lehrerinnen) Gelegenheit zu geben, sich mit der Naturgeschichte des Planktons näher vertraut zu machen. Und dieses wird mit den seit 1908 in der Biologischen Station eingerichteten Kursen bezweckt. Dieselben sind bisher von über 100 Personen aus dem Lehrerstande besucht worden.

XX. Das ozeanische Plankton.

Bisher ist in diesem Buche immer nur von den Schweborganismen der Binnenseen und Teiche die Rede gewesen; aber wir beobachten auch im Meere die Anwesenheit von zahlreichen Pflanzen- und Tierformen, welche fern vom Küstensaume ein beständig schwimmendes Dasein führen und als Ganzes dasselbe darstellen, was wir unter der Bezeichnung „Plankton" verstehen. Aber das marine Plankton enthält immer auch eine Menge größerer Arten, die schon mit bloßem Auge gesehen und sogar mit der Hand ergriffen werden können, wenn sie mittels eines zu ihrem Fange geschickten Netzes dem Schoße des Ozeans entrissen und an Bord des Expeditionsschiffes gebracht werden. Neben jenen augenfälligen Organismen gibt es aber im Meeresplankton noch eine Menge mikroskopischer Wesen, deren Speziesreichtum ein ganz erstaunlicher ist, wie wir namentlich auf Grund von Ermittelungen wissen, die wir den großen Expeditionen verdanken, welche sich speziell auch der Erforschung des marinen Planktons gewidmet haben. Mit der englischen Challenger-Fahrt (1872 bis

1876) begannen diese ausgiebigen Abfischungen großer Meeresteile. Dann folgte (1889) Viktor Hensens kurze aber ergebnisreiche Planktonexpedition mit dem Dampfer „National" und bald darauf (1898—1899) Karl Chuns erfolgreiche große Tour mit der „Valdivia".

Zu den Vertretern des Großplanktons im Meere gehören hauptsächlich die Röhrenpolypen (Siphonophoren), Medusen und Rippenquallen; ferner gewisse Würmer (Sagitta, Tomopteris, Alciope) und Mollusken (Pteropoden, Heteropoden), sowie einige echte Schnecken (Janthina, Glaucus und Phyllirhoë). Von größeren Krebstieren sind nur die Schizopoden im marinen Plankton vertreten, wogegen die höher stehenden Gruppen, besonders die zehnfüßigen Kruster (Dekapoden) in der Hochsee nur spärlich vorkommen. Diese Aufzählung macht uns aber, wie schon gesagt, nur mit den Hauptformen des pelagischen Auftriebs (so nannte man früher das Meeresplankton) bekannt, und zwar lediglich mit den durch ihre Größe sich auszeichnenden Lebewesen.

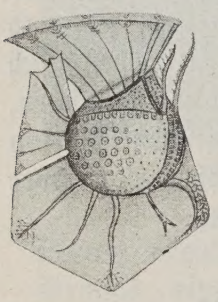

Fig. 51. Ornithocercus magnificus.

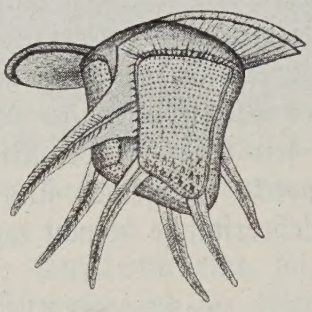

Fig. 52. Ceratocorys horrida.

Ein in quantitativer Hinsicht weit bedeutenderes Kontingent stellen die mikroskopischen Urtiere (Protozoa) zu den Hochseebewohnern. Aber da zeigt sich gleich, daß die im Süßwasser so vielfach vorkommenden Infusorien in der ozeanischen Schwebfauna selten sind, während die im System niedriger stehenden Geißelträger (Fig. 51 und 52) bei weitem in den marinen Planktonfängen überwiegen. Namentlich aber sind es die schalentragenden Wurzelfüßer, die Foraminiferen, und die Gittertiere (Radiolarien, Strahlwesen), welche mit größter Massenhaftigkeit im Meeresplankton erscheinen, und dies macht zugleich auch deren hervorragende Rolle im Stoffkreislaufe der Ozeane begreiflich. Nicht minder fällt ihnen eine gewisse geologische Bedeutung zu, insofern die Kalkgehäuse der erstgenannten Gruppe und die Kieselskelette der zweiten förmliche Ablagerungen auf dem Meeresboden bilden. Die reichste Fundstelle für Radiolarien ist der Tiefenschlick im Zentrum des Stillen Ozeans; in einem einzigen

Präparate von daher konnte E. Haeckel, der sich bekanntlich aufs eingehendste mit diesen Organismen beschäftigt hat, bisweilen 50 neue Arten unterscheiden. Derselbe Forscher hat auch die Radiolarienausbeute der Challenger-Expedition bearbeitet. Unter Berücksichtigung der auf dieser Forschungsfahrt gesammelten Schlickproben und noch anderweitig ihm zur Verfügung stehenden Materials hat jener Zoolog in einer großen Monographie 739 Gattungen und 4318 Arten (von denen 3508 neu sind) beschrieben. Der

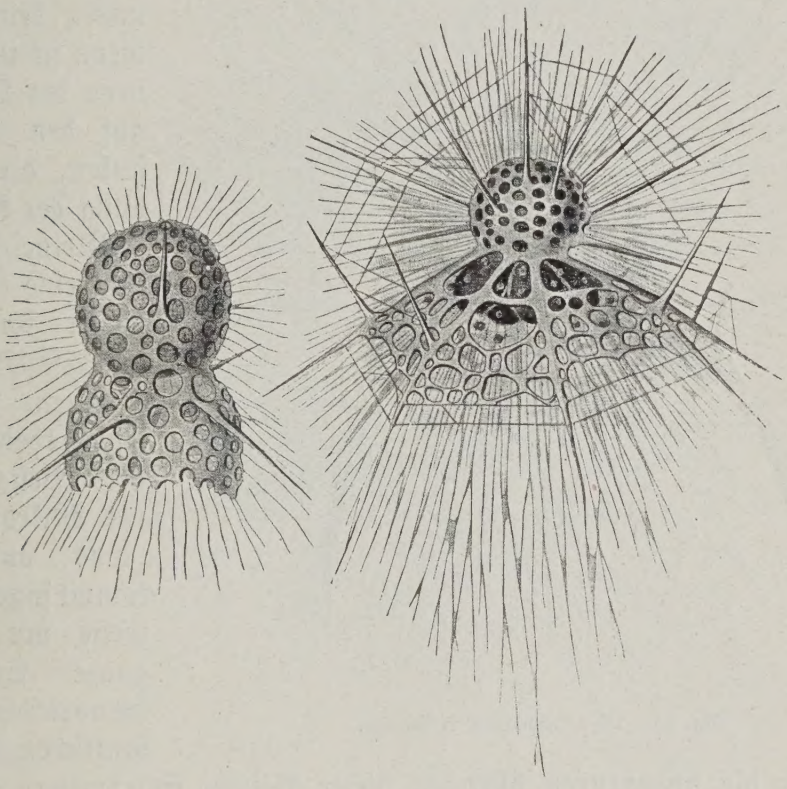

Fig. 53. Lithomelissa thoracites. Fig. 54. Arachnocorys circumtexta.

Laie macht sich kaum einen Begriff von der stupenden Formenmannigfaltigkeit, die in der betreffenden Gruppe niedrigster Wesen zu finden ist. Man entdeckt bei Durchmusterung eines Präparats, welches zahlreiche Gattungen und Spezies vereinigt zeigt, frappante Ähnlichkeiten mit Raupen, Insektenleibern (Fig. 53), Helmen, Körbchen, Laternen, Dreifüßen (Fig. 55), Fischreusen, Scheiben, Spangen, Reitersporen, ja sogar mit Spitzengeflechten und Spinnengeweben (Fig. 54).

Manche Kieselgerippe dieser Urtierchen sind so elegant und schön, daß man sie als Muster für kunstgewebliche Darstellungen ver-

wenden könnte — ein Umstand, der den bekannten zoologischen Schriftsteller W. Marshall veranlaßt hat, allen Ernstes den Vorschlag zu machen, daß Goldarbeiter, Kunstschlosser und Flechter neue Motive aus dem Anblick der von Haeckel gezeichneten Tafeln schöpfen möchten. Unter den Foraminiferen sind es besonders die Globigerinen (Fig. 56), welche im Plankton mit ihren zierlichen Gestalten hervortreten; sie zählen in den oberen Wasserschichten nach Myriaden und bewirken, wenn sie im Innern der Ozeane auf den Boden sinken, die Bildung der Kreide.

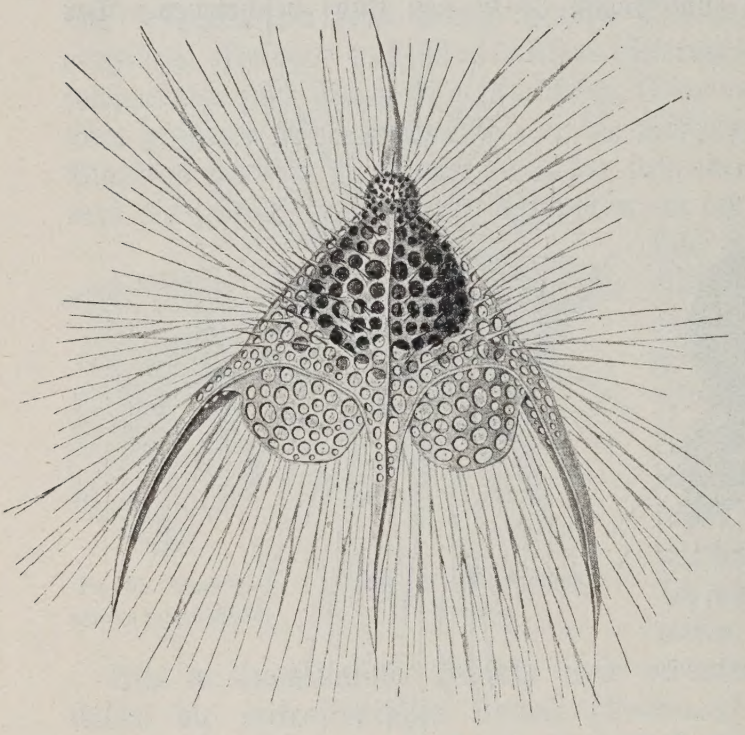

Fig. 55. Dictyopodium trilobum.

Kleine Spaltfußkrebse (Kopepoden) sind wie im Süßwasser, so auch im Meere ein sehr bedeutender Bestandteil des Mikroplanktons, und es kommt sogar zeitweise vor, daß ganze Strecken im nördlichen Atlantischen Ozean durch die ungeheuren Mengen dieser kleinen Gliedertiere rötlich gefärbt werden. Einige Gattungen dieser winzigen Krebse sind mit wundervollen Schwebapparaten in Gestalt von Federchen ausgestattet, wovon Fig. 57 ein sehr schönes Beispiel gibt. Es ist der von Giesbrecht näher beschriebene Augaptilus filigerus.

Nach Haeckels Beobachtung sollen die pelagischen Tiere überhaupt zuweilen so massenhaft angehäuft vorkommen, daß man von förmlichen „Strömen" lebender Organismen (Zookorrenten) reden könne. Es sei dann diese Zusammenscharung zu vergleichen mit dem Gedränge der Bevölkerung in den Hauptverkehrsadern einer großen Handelsstadt. Schon von weitem sollen diese Seetierstraßen an einer spiegelglatten Beschaffenheit der Meeresoberfläche kennt-

lich sein, während diese dicht daneben mehr oder weniger gekräuselt ist. Ein derartiger Tierstrom hat — nach Haeckel — oft die Länge von 1 km bei einer Breite von 5 bis 10 m. Eine Schil-

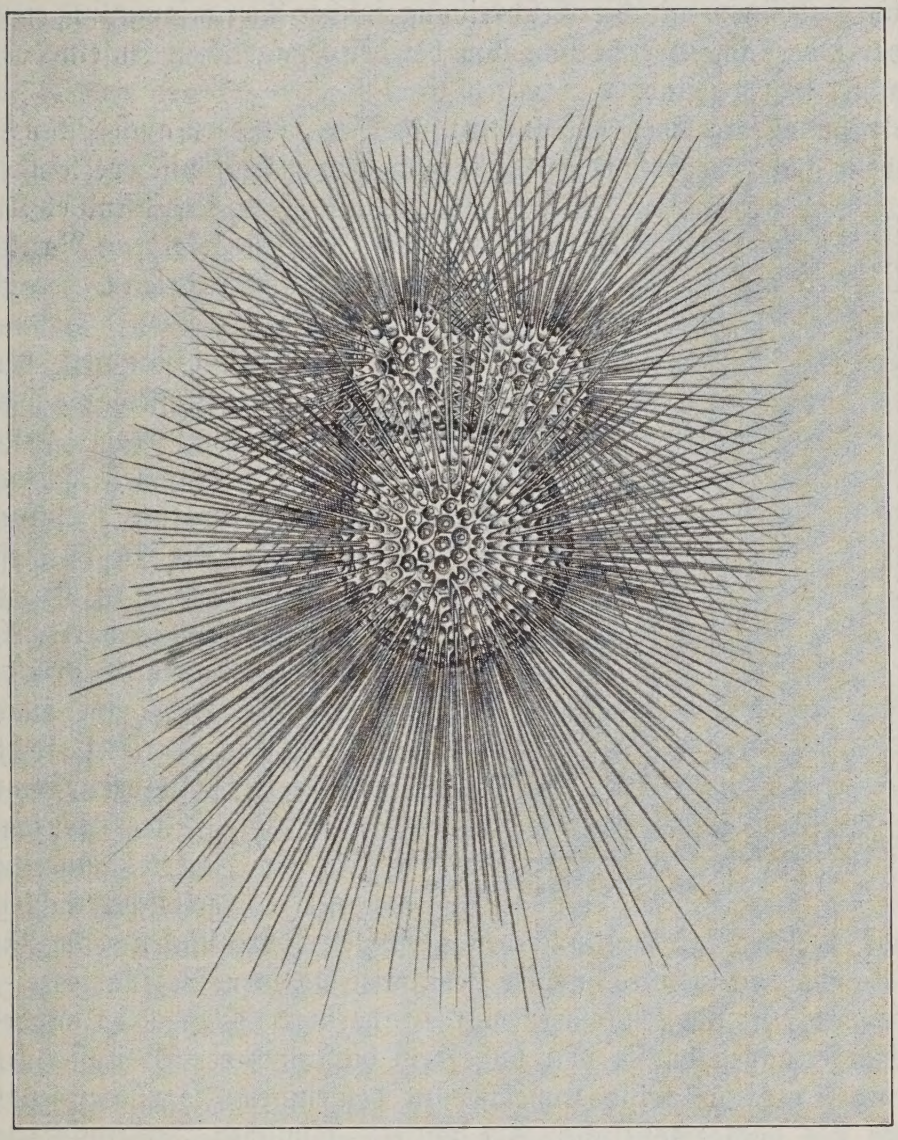

Fig. 56. Globigerina bulloides.

derung desselben Autors von dieser Erscheinung besagt folgendes: „Millionen und aber Millionen kleinster Geschöpfe wimmeln bunt durcheinander und gewähren ein Schauspiel, von dessen Reizen man sich nur durch eigene Anschauung eine Vorstellung machen kann. Schöpft man aufs Geratewohl mit dem Wasserglase eine Portion aus diesem Gewimmel heraus, so ist nicht selten die

größere Hälfte des im Glase enthaltenen Gemenges vom Tiervolumen, die kleinere vom Wasser eingenommen." Auch von einem anderen namhaften Forscher, dem verstorbenen Prof. Greeff (Marburg) besitzen wir die Beschreibung solcher Tieransammlungen an der Oberfläche, welche von ihm bei den Kanarischen Inseln beobachtet worden sind.

Im Meere leben aber nicht bloß Tiere, sondern auch Pflanzen, wenn auch zum größten Teile nur solche von mikroskopischer Kleinheit.

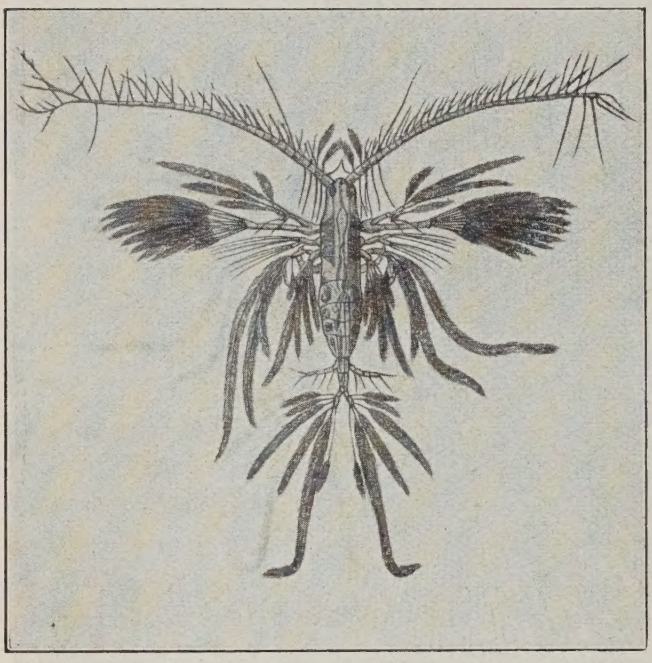

Fig. 57. Augaptilus filigerus.

Meist sind es Kieselalgen (Bazillariazeen), welche einen Hauptbestandteil der Planktonfänge, die mit dem feinen Gazenetz gemacht werden, bilden. Die Anzahl dieser Wesen ist oft ganz wunderbar. Als ich im September 1904 im Hafen von Kiel fischte, stellte der auf einen Filter konzentrierte Fang einen gelblichen Schleim dar, welcher fast nur aus den gerippten Fadenstücken von Skeletonema costatum — einer bekannten marinen Bazillariazee — bestand. Krustazeen waren nur in geringer Menge dazwischen. Einigermaßen häufig war außerdem bloß noch der Dreifuß-Hornling (Ceratium tripos), welcher zu denjenigen Flagellaten zählt, die sich nach pflanzlicher Art mittels gelblicher Farbstoffplatten ernähren. Ganz unglaublich reich sind auch zuweilen die nordischen Meere an vegetabilischem Plankton, besonders in der Nähe von Island und Spitzbergen.

Im allgemeinen hat aber die erfolgreiche Expedition Prof. V. Hensens mit dem Dampfer „National" ergeben, daß die Masse des Planktons im Meere nicht besonders groß ist. Allerdings kam es vor, daß im Norden Fänge erzielt wurden, deren Ergebnis sich

auf über 2500 ccm unterm Quadratmeter bezifferte, wogegen ein sehr produktiver Binnensee (z. B. der Dobersdorfer bei Kiel) zur Zeit einer Wasserblüte etwa 3900 liefert. Aber bei einem Vergleich dieser Zahlen hat man zu bedenken, daß das Netz im ersten Falle stets 400 m vertikal durchfischte, während es im zweiten nur eine Wassersäule von 16 m Höhe durchfiltrierte. Die groß erscheinende Planktonquantität für das Meer verteilt sich somit über eine weit erheblichere Wassermenge wie im Falle des Dobersdorfer Sees, wo es sich doch nur um ein ziemlich seichtes Wasserbecken handelt. Wir müssen uns also immerhin das Meer recht dünn mit Planktonwesen bevölkert denken. Hauptsächlich gilt dies von den Tropen, wo dasselbe nach den Ermittelungen von K. Brandt etwa achtmal geringer an Quantität ist als in den nördlichen Teilen des Atlantischen Ozeans bis zu den Neufundlandbänken hinunter. Die Ursache dieser auffälligen Erscheinung liegt sehr wahrscheinlich in dem Mangel an stickstoffhaltigen Verbindungen, welche dem Meere nur durch die atmosphärischen Niederschläge oder in Gestalt von Ammoniak aus Fäulnisvorgängen, die sich im Wasser selbst vollziehen, geliefert werden können. Der Mangel an Regen, welcher für die Tropen charakteristisch sind, würde also z. B. die geringfügige Stickstoffzufuhr erklären.

Ganz überraschend arm an Plankton ist, nach einer Mitteilung Hensens, die sogenannte Sargasso-Region (von 20^0 bis 35^0 nördl. Breite). Dieselbe erwies sich im Mittel als 15mal ärmer an schwebenden Organismenformen als die Meeresteile im Norden und 10mal ärmer als andere Strecken der von der Expedition durchmessenen Bahn. Die Sargassopflanzen (Sargassum bacciferum) gehören ebenfalls zum marinen Plankton, aber zu den gröberen Formen desselben. Der erste Entdecker dieser schwimmenden Pflanzenanhäufung im Atlantischen Ozean war Christoph Kolumbus. Er erwähnt diese Merkwürdigkeit ausdrücklich in seinen Berichten. Die Pflanze selbst benennt er mit dem Namen „Kraut" (Yerba), und seinem scharfen Blick entging auch nicht, daß die Tangwälder von Tieren bewohnt seien. Später hat dann wieder Alex. von Humboldt die Aufmersamkeit der Naturforscher auf diese Meeresvegetation gelenkt; er glaubte aber irrtümlich, daß die Sargassotange auf Untiefen wüchsen, während sie doch, wie wir jetzt genau wissen, ganz frei im Wasser flottieren. Der Ozean hat dort eine Tiefe von 2000 Faden, und es befindet sich am Grunde daselbst eine plateauähnliche Formation. Im Golfstrom,

wo auch schon treibendes Kraut beobachtet wird, kommt etwa eine Pflanze auf 500 Quadratmeter; im eigentlichen Sargassodistrikt aber eine auf 175. Im Bereiche der angehäuften Tangbündel leben zehn Arten von Tieren, insbesondere Garnelen, Krabben und Seenadeln. Aber keins dieser Tiere lebt vom Tang selbst; es zeigte sich an den aufgefischten Pflanzen nirgends eine Spur des Angefressenseins. Obgleich, wie schon erwähnt, die Sargassoregion sehr arm an Plankton sich erwies, so übertraf das Volumen desselben doch dasjenige der dort treibenden Seegraspflanzen um das Fünfzigfache. Diese Angabe stützt sich auf eine genaue Ermittelung von Hensen.

Jene längst bekannte Vegetation der im Wasser schwebenden Tangmassen wird aber bei weitem durch das in allen Meeresteilen vorhandene mikroskopische Pflanzenleben übertroffen, welches zu manchen Zeiten eine ganz enorme Entwicklung in quantitativer Hinsicht zeigt. Die verschiedensten Arten verhalten sich aber bezüglich der Maxima ihres Auftretens ganz abweichend, und wie die Kirschen stets vor den Sonnenblumen blühen, so beobachten wir auch, daß Chaetoceras (eine Bazillariazee) ihr Maximum im März erreicht, während Rhizosolenia (eine andere Plankton-Kieselalge) erst im Juli den Kulminationspunkt ihrer Entfaltung zu verzeichnen hat. Die Flagellatenspezies Ceratium tripos bringt es gar erst im Oktober zu einem zahlreichen Auftreten. Diese Angaben beziehen sich, wie hervorzuheben ist, auf die westliche Ostsee und basieren auf den fortgesetzten Beobachtungen von F. Schütt, der diese biologischen Erscheinungen Jahre hindurch mit Aufmerksamkeit verfolgt hat.

Während nun die hier genannten Planktonwesen namentlich die oberflächlichen Wasserschichten bevorzugen, machte K. Chun (Leipzig) auf seiner bekannten Valdiviafahrt die Wahrnehmung, daß es im Nordäquatorialstrom, im Guineastrom und im Südäquatorialstrom ein aus Peridineen (Panzerflagellaten) und anderen einzelligen Organismen bestehendes Plankton gebe, welches die umgekehrte Gewohnheit besitzt und die Oberfläche meidet, so daß es erst in den tieferen Wasserschichten von 80 bis 100 m in größerer Menge gefunden wird. Weitere Feststellungen ließen erkennen, daß diese Mikrophyten und Flagellaten sich bis zu einer Tiefe von 3000 m erstreckten, aber dort ihre vertikale Verbreitungsgrenze erreichten. Chun spricht darum in seinem Reiseberichte[1]) von einem Schattenplankton, welches die intensive Be-

1) K. Chun: Aus den Tiefen des Weltmeeres. 2. Aufl. 1903.

leuchtung und die hohe Temperatur des Oberflächenwassers in den genannten Meeresteilen scheut. Zu den Hauptvertretern dieser das gedämpfte Licht liebenden Schwebflora gehört vornehmlich eine kugelige, grüne Alge (Halosphaera viridis), eine trommelförmige Kieselalge (Coscinodiscus sp.) und zwei Arten einer scheibenartigen Bazillariazee mit zahlreichen, strahlig angeordneten zarten Rippen (Planctoniella sp.).

Die Planktonforschung am Meere ist gegenwärtig in vollem Gange. Botaniker und Zoologen aller Kulturnationen liefern von Jahr zu Jahr immer neue Beiträge zur Kenntnis dieser hochinteressanten Organismenwelt. Für einen Teil des Atlantischen Ozeans sowie für die Nord- und Ostsee werden solche Forschungen auch auf den Terminfahrten des deutschen Regierungsdampfers „Poseidon" ausgeführt, bzw. das Material dazu gesammelt.

Für immer aber sind diese wichtigen marinen Forschungen über das Plankton mit dem Namen des Universitätsprofessors Victor Hensen (Kiel) verbunden, welcher Untersuchungen dieser Art zuerst und unter Zuhilfenahme einer von ihm scharfsinnig erdachten Zählmethode in die Wissenschaft einführte.

In kleinem Umfange hat sich in den letzten Jahren auch die Biologische Station zu Plön an den Forschungen dieser Art beteiligt, insofern vom Leiter derselben die Periodizitätsverhältnisse des Planktons im Golfe von Neapel einesteils und die des Adriatischen Meeres (bei Rovigno) andernteils genauer studiert wurden. Auch gelang es, Planktonproben aus entlegeneren Meeresbezirken zu erhalten und an diesen vergleichende Studien über die Variabilität von weit verbreiteten marinen Planktonorganismen zu machen.[1])

Aus einer Betrachtung der Verhältnisse, wie sie im Meere vorliegen, kann man mit noch größerer Deutlichkeit als am Süßwasser sich davon überzeugen, daß die Planktonforschungen einen sehr wichtigen volkswirtschaftlichen Hintergrund besitzen. Prof. C. Keller (Zürich) hat deshalb mit gutem Rechte die Planktologie „ein Stück auf die Nationalökonomie angewandter Naturwissenschaft" genannt. Manchem wird diese Bezeichnung ein ungläubiges Lächeln abnötigen; aber genauer zugesehen, verhält es sich damit doch ganz richtig. Man muß nur folgendes bedenken

1) O. Zacharias: Über Periodizität, Variation und Verbreitung verschiedener Planktonwesen in südlichen Meeren. Archiv für Hydrobiologie I. Bd. 1906.

und sich vor Augen halten, daß jährlich z. B. Tausende von Heringsfahrzeugen an der schottischen und skandinavischen Küste beschäftigt sind, daß ferner etwa 20000 Kutter jedes Jahr dem Kabeljaufange auf den Neufundlandbänken obliegen, daß zahlreiche Schiffe nach den arktischen Gewässern segeln und dampfen, um dort Seehunde, Walrosse und Walfische zu erbeuten — kurz, daß das marine Fischergewerbe eine Ausdehnung hat, die wir leicht zu unterschätzen geneigt sind. Und was den Ertrag desselben anbelangt, so hat ein französischer Rechenmeister festgestellt, daß derselbe eine Summe von 300 Millionen Franken repräsentiert. Dies wird nicht zu hoch gegriffen erscheinen, wenn wir annehmen, daß die Seefischereien Norwegens einen jährlichen Ertrag von 25 bis 30 Millionen Mark abwerfen. Davon kommen 30% auf den Hering allein. England zieht mit seinen Fischnetzen jedes Jahr 80 oder 90 Millionen Mark aus dem Meere, Frankreich 60 bis 70 Millionen, und Nordamerika dürfte unendlich große, kaum richtig zu schätzende Summen aus jener Fischerei und Fischerei-Industrie gewinnen. Man kann diese Erträge als die Zinsen eines Kapitals ansehen, welches im Meere in der Form von Krustazeen und jenen großen Säugetieren aufgespeichert ist, die uns in den Walen entgegentreten. Aber die Natur vermag diese Riesengeschöpfe nur auf Kosten jener kleineren, gleichzeitig mit ihnen das Meer bevölkernden Organismen zu erhalten, und in letzter Instanz sind es die unscheinbaren, winzigen Planktonwesen, welche die Urnahrung darstellen oder sie erzeugen helfen. Die Heringsschwärme ziehen bekanntermaßen den Ruderkrebschen (Kopepoden) nach, welche oft so massenhaft vorkommen, daß ihre Ansammlung an der Meeresoberfläche zwischen den norwegischen Küsten und Island dem Wasser eine rötliche Färbung erteilt. Die dortigen Fischer nennen dieses Heringsfutter „Rotaas" (Rödaat). Prof. Heincke, der bekannte Meeresforscher auf Helgoland, hat das Verhalten des Herings bei solcher Nahrungsfülle sehr anschaulich geschildert, indem er sagt: „Ruhelos und anscheinend ohne Plan schießt er in der von „Aat" wimmelnden Wassermasse hin und her. Unaufhörlich öffnet er das Maul und schließt es wieder, gleichzeitig zum Atmen und zum Fressen. Während das eingeschluckte Wasser durch die Kiemenspalten hindurch und wieder abfließt, bleiben die mitgerissenen Krebschen in der Mundhöhle zurück und werden verschluckt. Im Magen der Heringe findet man diese Krebschen als einen rötlichen Brei." Der verstorbene Prof. Möbius (damals

noch in Kiel) hat einmal berechnet, daß in einem Kubikzentimeter solchen Nahrungsbreies nicht weniger als 14000 Kopepoden vorhanden sind. Und alle diese Tierchen leben von pflanzlichen Wesen, die viel kleiner als sie selbst sind: von Diatomeen einesteils, dann aber auch von einer in jenen Breiten in zahlloser Menge vorkommenden einzelligen Alge, welche unter dem Namen Protococcus marinus beschrieben worden ist.

Wie der Hering, so ernähren sich aber auch die Makrelen und Stinte; es heißt, daß sich sogar ein riesiger Hai des Nordens auf die Verspeisung von Kopepoden als Nahrung beschränkt. Der Kabeljau dagegen lebt nun wieder größtenteils von Heringen und und anderen Fischen ähnlicher Größe. Ebenso verzehren die Raubmöven, die Robben und Eisbären enorme Quantitäten von Fischfleisch. Die Wale nähren sich — trotz ihrer gigantischen Größe — vorwiegend von den kleinen planktonischen Flossenschnecken (Clio borealis), wovon es Schwärme von ungeheurer Mächtigkeit im Meere gibt. Diesen Schneckenmengen ziehen die Wale nach und stillen ihren Molochsappetit damit. Immer aber bilden die mikroskopischen Pflanzenwesen, die ja auch wieder dem Walaat zur Nahrung dienen, den Ausgangspunkt für die Erzeugung tierischer Substanz, gleichviel ob diese sich zum Körper eines Herings, eines Seehunds oder eines Finnwals formen soll.

Es klingt paradox, aber man darf mit vollster Berechtigung den Satz aussprechen, daß die Existenzmöglichkeit der menschlichen Bewohner höherer Breiten und namentlich diejenige der Grönländer, fast ganz ausschließlich auf das Meeresplankton zurückzuführen ist. Gäbe es keine Schwebalgen, keine Ruderkrebschen und keine Flossenschnecken (Pteropoden) im Schoße der nördlichen Meere, so könnte sich dort kein Fischreichtum entwickeln; Robben und Eisbären vermöchten ihre Gefräßigkeit nicht zu befriedigen, und damit wäre auch die Existenz des Grönländers, der von ihrem Speck und ihrem Muskelfleische lebt, als letztes Glied dieser Verkettung nicht denkbar.

Wir sehen also hier ein Volk vor uns, dessen ganzer Lebensunterhalt in letzter Instanz auf die Tatsache basiert ist, daß es im Meere eine Fülle von mikroskopischen Pflanzen gibt, von denen zunächst die niedersten Tiere leben, welche das natürliche Fischfutter darstellen, und daß dann wieder die Fische entweder direkt oder indirekt (als Robbenfleisch) eine Speise für den Menschen bilden. In diesem Lichte betrachtet, wird jene Organismengesell-

schaft, welche wir mit dem Namen „Plankton" bezeichnen, von jedermann nicht bloß als ein außerordentlich interessanter und wichtiger Gegenstand in zoologisch-botanischer Hinsicht angesehen werden müssen, sondern nicht minder auch als ein solcher, der von sehr hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung ist, wie uns durch die obigen Darlegungen und tatsächlichen Angaben überzeugend bewiesen worden ist.

Literatur.

(Zu weiterer Information.)

1. O. Kirchner u. F. Blochmann: Die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt des Süßwassers. I. Teil 1890. II. Teil 1895.

2. B. Eyfferth: Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. Vierte, vielfach verbesserte und vermehrte Auflage. Von Dr. W. Schönichen. Braunschweig 1909.

3. K. Lampert: Das Leben der Binnengewässer. Mit 17 Tafeln und 279 Textabbildungen. Zweite Auflage. 1910.

4. C. Mez: Mikroskopische Wasseranalyse. 1898. Mit 8 Tafeln.

5. C. Schröter: Die Schwebflora unserer Seen. 1896. Mit 1 Doppeltafel.

6. O. Zacharias: Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers. 2 Bände mit 130 Textabbildungen. 1891.

7. O. Zacharias: Das Plankton als Gegenstand der naturkundlichen Unterweisung im Schulunterricht. Leipzig 1909. Zweite Auflage.

8. M. Perty: Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. 1852. Mit 17 Tafeln. (Namentlich wegen der schönen und genauen Abbildungen noch immer gut verwertbar.)

9. O. Schmeil: Deutschlands freilebende Kopepoden. 3 Teile. 1892 bis 1896.

10. W. Lilljeborg: Cladocera Sueciae (Die Kladozeren Schwedens). 1900. Mit 87 Tafeln.

11. Hudson und Gosse: The Rotifera (die Rädertiere), mit vielen Tafeln. 1899. 2 Bände.

12. E. F. Weber: Faune Rotatorienne (Rädertierfauna), mit vielen Tafeln. 1898.

13. Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön. 12 Bände mit zahlreichen Abbildungen 1893 bis 1905. Herausgeber: Prof. Otto Zacharias (Plön).

14. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Vierteljahrsbericht. Begründet 1905 als neue Folge der „Forschungsberichte". Herausgeber: Prof. Otto Zacharias (Plön). Bis jetzt 6 Bände.

15. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. 1907—1910. Herausgeber: Prof. R. Woltereck. (Leipzig.)

16. Annales de Biologie lacustre. (Jahrbücher der Seenbiologie.) Herausgeber: Prof. E. Rousseau (Brüssel). 1906—1910.

17. Ad. Steuer: Planktonkunde. Mit 365 Abbildungen im Text und 1 Tafel. Leipzig 1910.
18. A. Seligo: Tiere und Pflanzen des Seenplanktons. Mit 247 Textabbildungen und 1 Tafel. 1909.

19. W. Kühlmann: Aus der Wunderwelt des Wassertropfens. Mit 4 Tafeln. Zweite Aufl. 1910.
20. R. H. Francé: Die Kleinwelt des Süßwassers. Mit 322 Figuren. 1910.

21. Walter Schurig: Hydrobiologisches und Plankton-Praktikum. Erste Einführung in das Studium der Süßwasserorganismen. Mit 215 Abbildungen und 6 Tafeln. Leipzig 1910.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. A. Steuer

Planktonkunde

Mit 365 Abbildungen und 1 farbigen Tafel
[XV u. 723 S.] gr. 8. 1910. In Leinwand geb. M. 26.—

„... Dieses schöne Werk füllt eine Lücke aus. Die Literatur des Süßwasser- und marinen Planktons ist bereits derart angewachsen, daß eine Zusammenfassung der Hauptergebnisse der modernen Planktonforschung geradezu ein Bedürfnis wurde.... Knappe Darstellung und Übersichtlichkeit in der Behandlung des Stoffes, souveräne Beherrschung und vortreffliche Verwertung der sehr zerstreuten Literatur möchten wir dem Buche nachrühmen. Als ein besonderer Vorzug erscheint ferner das stete Hervorheben des engen Zusammenhangs zwischen der theoretischen Planktonforschung mit den Fragen der praktischen Fischerei.... Die Ausstattung des Werkes ist tadellos...."
(Zoologisches Zentralblatt.)

„... Klare Darstellung der Probleme, eleganter Schreibstil und eine sehr umfassende Orientierung auf dem Gebiete der einschlägigen Literatur stempeln den trefflich ausgestatteten Band zu einer hervorragenden Erscheinung in der Reihe von gemeinverständlichen wissenschaftlichen Werken, welche die Doflein-Fischersche Sammlung darbietet. Dr. Steuer, der Jahre hindurch planktologischen Forschungen an der Adria sowie auch solchen an den Altwässern der Donau bei Wien obgelegen hat, war der geeignete Mann dazu, ein solches Buch, wie es hier vorliegt, zu verfassen. Es sei darum hiermit allen denen, die sich rasch und sicher über das weite Gebiet der modernen Planktonforschung informieren wollen, angelegentlichst empfohlen." (Archiv für Hydrobiologie.)

Leitfaden der Planktonkunde

Mit 279 Abbildungen und 1 Tafel
[IV u. 382 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 8.—

In der „Planktonkunde" war zum ersten Male eines der modernsten Gebiete hydrobiologischer Forschung in zusammenfassender und möglichst erschöpfender Weise dargestellt worden. Der Wunsch, auch weiteren nicht speziell fachwissenschaftlichen Kreisen die heute vielbesprochenen Ergebnisse der Planktonforschung zugänglich zu machen, war für die Herausgabe dieses wohlfeilen, weniger umfangreichen „Leitfadens" maßgebend. Die im Text vorgenommenen Kürzungen beschränken sich hauptsächlich auf Beispiele und Beweismaterial zur Begründung allgemeiner Schlußfolgerungen wie auf Literaturangaben, die nur für die engeren Fachgenossen von Wichtigkeit sind. Dagegen wurden die zahlreichen Habitusbilder nahezu vollständig in den Leitfaden aufgenommen.

Biologisches Skizzenbuch für die Adria

Mit 80 Abbildungen und Buchschmuck vom Verfasser
[IV u. 82 S.] 8. 1910. In Leinwand geb. M. 2.—

„Der als Zoolog und insbesondere als Planktonforscher weiten und wohlverdienten Ruf genießende Verfasser bietet mit diesem prächtigen kleinen Buche zunächst seinen Hörern und Schülern, dann aber auch der so großen Zahl jener Naturfreunde, welche offenen Auges und offenen Sinnes sich den Wundern unseres herrlichen Meeres hingeben wollen, einen Leitfaden für Studien wie für die einfachen Betrachtungen, zu denen die Lebewesen des Meeres und dieses selbst in so reichem Maße anregen, dar, wie man sich wohl keinen besseren und inhaltsreicheren wünschen kann." (Triester Zeitung.)

„Dieses Büchlein hat ein Gelehrter geschrieben, der bei seinen Forschungen in der Natur sein Herz nicht daheim gelassen hat und dem ein gütiges Geschick eine köstliche Gabe verliehen hat: den echten, deutschen Humor. Dank verdient auch die schöne Ausstattung, die der Verleger dem Büchlein mit auf den Weg gab; die 80 Abbildungen im Text und der Buchschmuck lassen uns den Autor des Werkchens auch als beachtenswerten Meister des Griffels erkennen. Kurzum ein Büchlein, das man nur weglegen wird, um es recht oft wieder zur Hand zu nehmen." (Grazer Tagblatt.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. Bastian Schmids
Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek

Diese Sammlung von Bändchen ist nach einheitlichen Gesichtspunkten angelegt und für den Schüler bestimmt. Die einzelnen Bändchen setzen demnach einen regelrechten Unterricht in dem entsprechenden Gebiete, das sie vertreten, voraus und sind dem Verständnis der Schüler verschiedenen Alters angemessen. Sie sind jedoch keine Kopie des Unterrichts, vielmehr behandeln sie die betreffende Materie in anregender Form, und zwar so, daß der Schüler den Stoff selbsttätig erlebt, sei es auf Wanderungen in der engeren oder weiteren Heimat oder zu Hause durch selbständige Beobachtung oder durch ein planmäßig angestelltes Experiment. Ferner suchen sie den Unterricht in Dingen zu ergänzen, die wegen Mangel an Zeit dort wenig Beachtung finden können, die aber manchem Schüler eine willkommene Anregung sein dürften. Aber auch Eltern, Erzieher und gebildete Laien, die an dem geistigen Wachstum der Jugend Interesse nehmen, werden gern zu dem einen oder anderen Bändchen greifen.

Zunächst sind erschienen:

Physikalisches Experimentierbuch. Von Prof. Hermann Rebenstorff in Dresden, Kgl. Kadetten-Korps. Band I. Mit 99 Abbildungen. [VI u. 230 S.] 8. 1911. Geb. M. 3.— [Band II. In Vorb.]

An der See. Geographisch-geologische Betrachtungen für mittlere und reifere Schüler. Von Dr. P. Dahms, Prof. am Realgymnasium zu Zoppot. Mit 61 Abbildungen. [V u. 210 S.] 8. 1911. Geb. M. 3.—

Große Physiker. Bilder aus der Geschichte der Astronomie und Physik für reife Schüler. Von Direktor Professor Dr. Hans Keferstein in Naumburg. Mit 12 Bildnissen. [V u. 234 S.] 8. 1911. Geb. M. 3.—

Unter der Presse * bzw. in Vorbereitung befinden sich ferner:

*Geologisches Wanderbuch. Von Prof. K. G. Volk in Freiburg i. B.

*Küstenwanderungen. Zoolog.-botan. Studien. Von Dr. V. Franz, Kgl. Biologische Station auf Helgoland.

Himmelsbeobachtungen. Von F. Rusch, Oberl. am Gymnasium in Goldap.

Vegetationsbilder der Heimat. Von Dr. Paul Graebner, Kustos am Kgl. Botanischen Garten in Berlin-Groß-Lichterfelde.

Frühlingspflanzen. Von Professor Dr. F. Höck in Perleberg.

Das Leben in Teich und Fluß. Von Professor Dr. Reinhold von Hanstein in Berlin-Groß-Lichterfelde.

Insektenbiologie. Von Oberlehrer Dr. Chr. Schröder in Berlin.

Schmetterlingsbuch. Von Oberstudienrat Dr. L. Lampert, Professor am Kgl. Naturalienkabinett in Stuttgart.

Das Leben unserer Vögel. Von Dr. Johann Thienemann, Kustos am zoolog. Museum der Universität Königsberg und Leiter der Vogelwarte Rositten.

*Anleitung zu photograph. Naturaufnahmen. Von Lehrer Georg E. F. Schulz in Friedenau bei Berlin.

Aquarium und Terrarium. Von Dr. F. Urban, Professor an der k. k. Staatsrealschule zu Plan.

Der junge Ingenieur. Praktischer Handfertigkeitsunterricht. Von G. Gscheidlen, Professor am Lessing-Realgymnasium zu Mannheim.

Chemie und Großindustrie. Von Prof. Dr. E. Löwenhardt an der Städt. Oberrealschule zu Halle a. S.

*Die Luftschiffahrt. Von Privatdozent Dr. Raimund Nimführ in Wien.

Große Chemiker. Von Professor Dr. O. Ohmann in Berlin.

Meteorologie. Von Gymn.-Oberlehrer M. Sassenfeld in Emmerich a. Rh.

Körper- und Geistespflege. Von Dr. med. Siebert in München.

Große Ingenieure. Von Privatdozent C. Matschoß in Berlin.

*Vom Einbaum zum Linienschiff. Von Ingenieur K. Radunz in Kiel.

Biologisches Experimentierbuch. Von Oberl. Dr. C. Schäffer in Hamburg.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Einführung in die Biologie zum Gebrauch an höheren Schulen und zum Selbstunterricht. Von Dr. **K. Kraepelin.** 2. Auflage. Mit 303 Abbildungen, 5 mehrfarbigen Tafeln und 2 Karten. [XII u. 322 S.] gr. 8. 1909. Geb. *M.* 4.—

„Auf verhältnismäßig engem Raum ist ein weitschichtiger Stoff mit souveräner Beherrschung unter Beschränkung auf das Wesentliche knapp und doch nicht mager vorgeführt. Jeder wird in diesem Buche mit hohem Genuß und Nutzen lesen und zugeben müssen, daß hier in der Tat ein Schatz kostbarer Gedanken übersichtlich ausgebreitet liegt, von dem der Gebildete mehr, als es heute der Fall zu sein pflegt, mit ins Leben hinausnehmen müßte....“ **(Deutsche Literaturzeitung.)**

Biologisches Praktikum für höhere Schulen. Von Dr. **B. Schmid.** Mit 75 Abb. u. 9 Tafeln. [VI u. 76 S.] gr. 8. 1909. Steif geh. *M.* 2.—, geb. *M.* 2.50.

„Die gewählten Versuche, welche durch musterhafte Abbildungen, zum Teil den besten wissenschaftlichen Werken entnommen, zum Teil Originale, ergänzt werden, sind sehr sorgfältig und zweckmäßig ausgesucht. Besonders zu rühmen sind die dem Werke beigefügten anatomischen Tafeln. Charakteristische und typische Versuche mit gebührender Berücksichtigung leicht zu beschaffenden Beobachtungsmaterials sind bevorzugt. Daß das Buch überall auf die Ergänzung durch den theoretischen Unterricht hinweist und sich vor Extremen hütet, gereicht ihm zum Vorzug. Hoffen wir, daß durch diesen bedeutsamen Beitrag zur Reform des biologischen Schulunterrichts mancher Gebildete auch nach der Schulzeit in seinen Mußestunden veranlaßt wird, immer von neuem das Buch der Natur aufzuschlagen.“ **(Himmel und Erde.)**

Das Verhalten der niederen Organismen unter natürlichen und experimentellen Bedingungen. Von **H. S. Jennings.** Deutsche Übersetzung von Dr. E. Mangold. Mit 144 Figuren. [XIII u. 578 S.] gr. 8. 1910. Geh. *M.* 9.—, geb. *M.* 11.—

Bei dem wachsenden Interesse am Studium der Lebensfunktionen der niederen Organismen wird eine Übersetzung dieses Werkes aus der Feder des bei Zoologen und Physiologen rühmlichst bekannten Autors willkommen sein. Dem Leser entrollt sich hier ein vollständiges Bild vom täglichen Leben der Organismen, und an der Hand von zahlreichen klaren Abbildungen wird hier eine Beschreibung ihrer Reaktionen auf die mannigfaltigsten Reize der Außenwelt geliefert, wie sie die deutsche naturwissenschaftliche Literatur in gleicher Ausführlichkeit und Klarheit bisher nicht besaß.

Physiologie der Einzelligen. Von Dr. **S. v. Prowazek.** Mit 51 Abbildungen. [VI u. 172 S.] gr. 8. 1910. Geb. *M.* 6.—

„Bei dem lebhaften Interesse, daß sich zurzeit für die Einzelligen kundgibt, begrüßen wir das Buch mit Freude, zumal es mehr gibt als nur eine Einführung.... Jedenfalls haben wir es mit einer packenden Darstellung zu tun, die unter Benutzung treffender Abbildungen uns zeigt, wie der jetzige Stand der Protozoenkunde ist....“ **(Zeitschrift f. mathem. u. naturwissensch. Unterricht.)**

Die Fundamente der Entstehung der Arten. Zwei in den Jahren 1842 und 1844 verfaßte Essays. Von **Charles Darwin.** Herausgegeben von seinem Sohn Francis Darwin. Deutsche Übersetzung von Maria Semon. Mit 1 Porträt Charles Darwins und 1 Faksimiletafel. [VIII u. 326 S.] gr. 8. 1911. Geh. *M.* 4.—, geb. *M.* 5.—

Francis Darwin hat im vorigen Jahre zur Feier des hundertsten Geburtstages seines Vaters die beiden schon vorher oft genannten, aber noch nicht publizierten Essays herausgegeben, in denen Ch. Darwin 17 bzw. 15 Jahre, bevor er sich zur Herausgabe der „Entstehung der Arten“ entschloß, seine schon damals auf vieljährigem intensivem Studium gegründeten Ideen über Deszendenz auf Grund der natürlichen Zuchtwahl niedergelegt hat. Es ist wunderbar, zu sehen, wie bereits damals die festen Richtlinien für fast alle seine Hauptgedankengänge gegeben waren. So findet man in diesen Fundamenten nicht nur die Keime zur Entstehung der Arten, sondern zu fast allen späteren Werken Darwins deutlich vorgebildet.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. K. Kraepelin: Naturstudien

(mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim)

Naturstudien in der Sommerfrische

Reiseplaudereien. Geb. M. 3.20

im Hause

4. Auflage. Geb. M. 3.20

im Garten

3. Auflage. Geb. M. 3.60

in Wald und Feld

3. Auflage. Geb. M. 3.60

in fernen Zonen

Geb. M. 3.60

Volksausgabe

Eine Auswahl. Veranstaltet vom Hamburger Jugendschriften-Ausschuß.
2. Auflage. Geb. M. 1.—

„Wer kennt sie nicht, die unvergleichlichen Naturstudien Kraepelins! Verfasser wendet sich an die heranwachsende Jugend, um in ihr Interesse für die mannigfachen Erscheinungen und Geschehnisse im Garten und draußen in Feld und Wald zu erwecken und sie zu eigener Beobachtung, zu eigener geistiger Arbeit hinzuleiten. Er wählt hierzu den Dialog. Gleich, ob er mit seinen kleinen Naturfreunden über den Regenwurm, über die Wasserverdunstung der Pflanzen, über die Schreckmittel der Tiere, über die Verschiedenheit des Nestbaues oder über Symbiose plaudert, immer führt er ihnen eine Fülle interessanten und anregenden Stoffes vor." **(Preußische Schulzeitung.)**

Blumen und Insekten, Von Prof. Dr. O. Kirchner.

ihre Anpassungen aneinander und ihre gegenseitige Abhängigkeit. Mit 2 Tafeln und 159 Textfiguren. gr. 8. 1911. Geh. *M.* 6.60, geb. *M.* 7.50.

In allgemein verständlicher Darstellung entwirft der Verf. ein Bild von dem heutigen Stande eines der anziehendsten Kapitel der Biologie, von der Lehre der Befruchtung der Blumen durch Insekten und von ihren gegenseitigen Anpassungen. Nach einer Schilderung des Blütenbaues, der Befruchtungsorgane und des Befruchtungsvorganges, sowie des Körperbaues und der Ausrüstungen der Blumeninsekten werden als Hauptinhalt des Buches die einzelnen Blumenklassen nebst ihren Bestäubern an charakteristischen Beispielen erläutert und am Schlusse die allgemeineren Folgerungen aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial gezogen. Da in dem Werke zahlreiche Beobachtungen des Verf. zum ersten Male veröffentlicht werden und die Abbildungen fast ausnahmlos nach seinen Originalzeichnungen angefertigt sind, so wird es nicht nur dem Laien, sondern auch dem Fachmann Anregung und Belehrung bieten.

Streifzüge durch Wald und Flur. Von Professor B. Landsberg.

Eine Anleitung zur Beobachtung der heimischen Natur in Monatsbildern. Für Haus u. Schule bearbeitet. 4. Aufl.. Mit 88 Illustrat. nach Originalzeichn. von Frau H. Landsberg. gr. 8. 1908. In Leinw. geb. *M.* 5.—

„... Das ist ein prächtiges Buch, wie wir es nötig haben, um das Interesse unserer Jugend an der Natur zu wecken. Man merkt dem Verfasser an, wie er selbst liebevoll in und mit der Natur lebt, da kann er wohl imstande sein, diese Liebe auch auf andere zu übertragen. Und wie nötig hat es unsere Jugend, sehen und beobachten zu lernen! Wenn die Eltern und die Lehrer selbst nicht die Gabe oder die Zeit dazu haben anzuleiten, dann mögen sie den Kindern Bücher in die Hand geben, die geeignet sind, anzuregen und die Augen zu öffnen."
(Monatsschrift für höhere Schulen.)

Naturgeschichte für die Großstadt.

Tiere und Pflanzen der Straßen, Plätze, Anlagen, Gärten und Wohnungen. Für Lehrer und Naturfreunde dargestellt **von Walter Pfalz.** In 2 Teilen. gr. 8. 1910.

In Leinw. geb. I. Teil. Mit 50 Federzeichn. nach Originalskizz. des Verfass. *M.* 3.— [II. Teil in Vorb.]

„...Das schöne Buch, das einen kundigen Forscher und einen alten Schulmann verrät, ist in einem anmutenden Stile geschrieben, der nichts mit einer trockenen und ledernen Leitfadendarstellung gemein hat, und atmet in jeder Zeile Geist und Leben. Die nach gut aufgefaßten tippschen Federzeichnungen des Verfassers hergestellten Illustrationsskizzen und ein alphabetisches Sachregister erhöhen die praktische Brauchbarkeit der Arbeit, deren Studium Lehrern und Naturfreunden vielfache Förderung und reichen Genuß bringen kann." **(St. Galler Blätter.)**

Teubners kleine Fachwörterbücher

geben rasch und zuverlässig Auskunft auf jedem Spezialgebiete und lassen sich je nach den Interessen und den Mitteln des einzelnen nach und nach zu einer Enzyklopädie aller Wissenszweige erweitern.

„Mit diesen kleinen Fachwörterbüchern hat der Verlag Teubner wieder einen sehr glücklichen Griff getan. Sie ersetzen tatsächlich für ihre Sondergebiete ein Konversationslexikon und werden gewiß großen Anklang finden." **[Die Warte.]**

„Wer ist jetzt in der Lage, teuere Nachschlagebücher zu kaufen? Wie viele aus den Reihen der Volkshochschulbesucher verlangen nach Handreichungen, die das Studium der Natur- und Geisteswissenschaften ermöglichen. Die Erklärungen sind sachlich zutreffend und so kurz als möglich gegeben, das Sprachliche ist gründlich erfaßt, das Wesentliche berücksichtigt. Die Bücher sind eine glückliche Ergänzung der Bändchen „Aus Natur und Geisteswelt" des gleichen Verlags. Selbstverständlich ist dem neuesten Stande der Wissenschaft Rechnung getragen." **[Pädagog. Arbeitsgemeinschaft.]**

„Diese handlichen Nachschlagebücher bieten nach Form und Inhalt Vorzügliches und werden sich, wie zu erwarten steht, in unseren Volksbüchereien schnell einbürgern." **(Blätter für Volksbibliotheken.)**

Bisher erschienen:

Philosophisches Wörterbuch. 2. Aufl. V. Studienrat Dr. P. Thormeyer. (Bd. 4.) geb. M. 36.—

Psychologisches Wörterbuch von Privatdozent Dr. Fritz Giese. (Bd. 7.) geb. M. 32.—

Wörterbuch zur deutschen Literatur von Studienrat Dr. H. Röhl. (Bd. 14.) geb. M. 36.—

***Musikalisches Wörterbuch** von Privatdoz. Dr. J. H. Moser. (Bd. 12.)

***Wörterbuch zur Kunstgeschichte** von Dr. H. Vollmer.

Physikalisches Wörterbuch v. Prof. Dr. G. Berndt. (Bd. 5.) geb. M. 36.—

***Chemisches Wörterbuch** von Privatdozent Dr. H. Remy. (Bd. 10.)

***Astronomisches Wörterbuch** v. Observator Dr. H. Naumann. (Bd. 11.)

Geologisch-mineralogisches Wörterbuch von Dr. C. W. Schmidt. (Bd. 6.) geb. M. 36.—

Geographisches Wörterbuch v. Prof. Dr. O. Kende. I. Allgem. Erdkunde. (Bd. 8.) geb. M. 36.—. *II. Wörterbuch d. Länder- u. Wirtschaftskunde. (13.)

Zoologisches Wörterbuch von Dir. Dr. Th. Knottnerus-Meyer. (2.) geb. M. 32.—

Botanisches Wörterbuch von Dr. O. Gerke. (Bd. 1.) geb. M. 32.—

Wörterbuch der Warenkunde von Prof. Dr. M. Pietsch. (Bd. 3.) geb. M. 36.—

Handelswörterbuch von Handelsschuldir. Dr. V. Sittel u. Justizrat Dr. M. Strauß. Zugleich fünfsprachiges Wörterbuch, zusammengestellt von V. Armhaus, verpfl. Dolmetscher. (Bd. 9.) geb. M. 36.—

* in Vorbereitung bzw. unter der Presse (1922)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

G III. 22

Preisänderung vorbehalten

Das dichterische Kunstwerk

Grundbegriffe der Urteilsbildung in der Literaturgeschichte.
V. Prof. Dr. E. Ermatinger. Geh. M. 56.–, geb. M. 72.–, in Halbfr. M. 190.–

Das vorliegende Buch will die Grundbegriffe literaturgeschichtlicher Urteilsbildung bestimmen, es sucht den Begriff des Erlebnisses aufzuhellen, so eine Bestimmung des lyrischen, epischen, dramatischen Stiles zu geben und enthält eine Fülle neuer Einsichten über den künstlerischen Prozeß und das Dichtwerk.

Von deutscher Art und Kunst

Eine Deutschkunde. Herausgegeben von Studienrat Dr. W. Hoffstaetter.
3., verb. Aufl. Mit 42 Tafeln und 2 Karten. Geb. M. 52.50

„Das Geheimnis dieses Buches liegt darin, daß es uns die Kraft und Weisheit im Allernächsten sehen lehrt. Es zeigt uns den Weg in unser eigenes Reich und Leben, in Land und Dorf und Haus der Deutschen." (Historische Zeitschrift.)

Volk und Vaterland

Schaffen und Schauen. Bd. 1. 4. Aufl. Geb. M. 60.—
Auch in 2 Teilbänden erhältlich. I. M. 28.—. II. M. 35.—

„Diese Art staatsbürgerlicher Bildung erscheint als der wirkungsvollste Weg zur Erziehung vom bloßen Nationalgefühl zum Nationalbewußtsein." (Tägliche Rundschau.)

Des Menschen Sein und Werden

Schaffen und Schauen. Bd. 2. 3. Aufl. Geb. M. 50.—
Auch in 2 Teilbänden erhältlich. I. M. 24.—, II. M. 28.—

Führt in die tieferen Zusammenhänge der deutschen geistigen Welt der Gegenwart ein, – Werden, Wesen und Aufgaben unserer Kultur, wie ihre Voraussetzungen im leiblichen und geistigen Dasein des Menschen aufzeigend und zur vertiefteren Lebensführung anleitend.

Die Großmächte und die Weltkrise

Von Prof. Dr. R. Kjellén. 2. Aufl. Kart. M. 24.–, geb. M. 30.–

„Kjelléns Meisterschaft in der knappen Charakteristik ist bekannt und sein unbeugsames Eintreten für das Recht ebenso. So wird das neue Buch eine Schule der Selbsterkenntnis, aber auch des völkischen Willens." (Zeitschrift für Deutschkunde.)

Die deutsche Lyrik in ihrer geschichtl. Entwicklung

von Herder bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. E. Ermatinger. I. Bd. Von Herder bis zum Ausgang der Romantik. Geh. M. 63.–, geb. M. 81.–. II. Bd. Vom Ausgang der Romantik bis zur Gegenwart. Geh. M. 48.–, geb. M. 67.50

„Der Reichtum an Gemütswerten deutscher u. schweizerischer Dichtung ist das herrliche Erlebnis, das der Leser aus diesem nie ermüdenden, immer anregenden Werke entnimmt." (Neue Zür. Ztg.)

Aus Weimars Vermächtnis

Schiller, Goethe u. das deutsche Menschheitsideal. Von Prof. D. K. Bornhausen. (Bd. 1.) Kart. M. 25.—

Lebensfragen in unserer klassischen Dichtung. Von Gymnasialdirektor Prof. H. Schurig. (Bd. 2.) Kart. M. 37.50

Die Antike Kultur

in ihren Hauptzügen dargestellt von Oberstudiendir. Prof. Dr. F. Poland, Dir. Prof. Dr. E. Reisinger und Oberstudiendir. Prof. Dr. R. Wagner. Mit 118 Abb. im Text, 6 ein- u. mehrf. Taf. u. 2 Plänen. Geb. ca. M. 60.–

Bietet ein Gesamtbild der Antike als der sich in überreicher Entfaltung ausbreitenden Lebensgestaltung griechisch-römischen Geistes in Staat und Wirtschaft, in Wissenschaft und Kunst, Philosophie und Religion, Leben und Treiben.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Preisänderung vorbehalten

Teubners
Wohlfeile
Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin
Preisänderung vorbehalten

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU

Biol.
Z.
183470

Author Zacharias, Otto

Title Das Süszwasser-Plankton.